

EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK PRESSURE DROP DENGAN SAMBUNGAN T (TEE) UNTUK POSISI FRONTAL DAN SEARAH PADA POSISI VERTIKAL UNTUK SISTEM PERPIPAAN

Budi Santoso

S1 Pendidikan Teknik Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: budi_candy@yahoo.com

Priyo Heru Adiwibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: apriyoheru@gmail.com

Abstrak

Sistem perpipaan merupakan bagian yang selalu ada dalam industri masa kini, misalnya industri gas, pengilangan minyak, industri air minum. Dalam perencanaan suatu sistem perpipaan, sulit dihindari adanya suatu sambungan, salah satunya sambungan T (*tee*). Adanya sambungan T (*tee*) dalam suatu saluran akan menyebabkan terjadinya kehilangan energi dan penurunan tekanan pada aliran. Besar kecilnya kehilangan energi dan penurunan tekanan yang terjadi pada aliran yang melalui sambungan T (*tee*) tersebut dipengaruhi oleh posisi sambungan T (*tee*) yang dipasang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *pressure drop* pada sambungan *tee* untuk posisi frontal vertikal, posisi searah ke atas, dan posisi searah ke bawah. Penelitian dalam skripsi ini dilaksanakan di laboratorium mekanika fluida Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Metode penelitian yang digunakan adalah secara eksperimen, yaitu suatu metode yang mengusahakan timbulnya variabel-variabel dan selanjutnya dikontrol untuk dilihat pengaruhnya. Eksperimen dilakukan terhadap fluida air yang dialirkan melalui pipa PVC (*Polivinil clorida*) berdiameter 1 inci dengan sambungan T (*tee*) yang dipasang pada posisi frontal vertikal, posisi searah ke atas, posisi searah ke bawah. kemudian dilakukan beberapa kali pengukuran tekanan pada aliran fluida sambungan (*tee*) menggunakan manometer segaris pada sistem perpipaan. Kondisi demikian kemudian diuji pengaruhnya terhadap *pressure drop* pada aliran tersebut dengan variasi debit air. Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan bahwa semakin tinggi perbedaan elevasi maka akan semakin besar *pressure drop* yang dihasilkan. Untuk sambungan T (*tee*) frontal vertikal cenderung terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Terlihat dari nilai bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini disebabkan karena adanya gravitasi pada sambungan T (*tee*). Pada sambungan T (*tee*) frontal vertical tidak ada aliran fluida ke atas, karena tidak mampu melawan gravitasi. Pada sambungan T (*tee*) searah keatas terjadi peningkatan *pressure drop* melandai. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di karenakan pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya gravitasi. Pada sambungan T (*tee*) searah ke bawah pada ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* signifikan dibandingkan dengan grafik *pressure drop* ΔP_{1-3} . Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12863 yang cenderung mningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951. Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan ke bawah ΔP_{1-2} , pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* melandai. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya gravitasi. Sedangkan pada sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan. Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12863 yang cenderung mningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951. Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*), pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} dan sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*) cenderung sama terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan pada sambungan T (*tee*). Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{3-4} dan searah ke bawah ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*), pada sambungan T (*tee*) searah ke atas, ΔP_{3-4} terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*). Sedangkan pada sambungan T (*tee*) searah ke bawah ΔP_{3-4} juga terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan di bandingkan dengan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*). Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*).

Kata kunci: pressure drop, sambungan tee frontal vertikal, searah keatas, searah ke bawah.

Abstract

A system of pipes is part has always present, industry gas industry, for example pengilangan oil, drinking water industry, in planning a system work, difficult avoided the presence of a connection, one of them is connection t (the tee). The connection t (the tee) in a the channel will causing the occurrence of a loss of energy and decreases the pressure in a stream. Big or small the loss of energy and decrease the pressure of that occurs in a stream that through connection t (the tee was affected by the position of connection t (the tee) mounted. This research was meant to find out the characteristics of pressure drop in connection to the position of the frontal vertical, a tee the position of direct upward and the position of direct down. Research in a thesis was held in the laboratory fluid mechanics of the department of education engineering faculty of engineering university of surabaya state. A method of research is is used experimentally, which is a method to pursue the onset of the variables and next controlled to be seen its influence. The experiment was conducted on a fluid water flowed via pipes pvc (polivinil clorida) 1 inch in diameter with connection t (the tee) that are mounted on the position of the frontal vertical, the position of direct upward the position of direct down. Then is done several times the measurement of the pressure in a stream of fluid a connection (the tee) using the manometer aligned on a system of pipe. These conditions then tested its clout to pressure a drop at the flow with the variation of a discharge of water. Of this research result could be conclude that the higher difference elevation and will be bigger pressure drop dihasilkan. untuk connection t (the tee) frontal vertical tending to increase pressure to drop with increasing num. reynolds. Seen from the value of number reynolds 12836 until 34229. It is caused by the presence of gravity in connection t (the tee) .pada connection t (the tee) frontal vertical synchronization no fluid flow upward Because it was not able to resist gravitasi.pada connection t (the tee) direct up increase pressure drop hits. Seen from number reynolds 12836 until 34229. It ' s in because of carelessness influence of friction in connection t (the tee) that still dominant and without the presence of gravity. On a tee direct connection t down at ΔP_{1-2} increase pressure drop significantly compared with the charts pressure drop ΔP_{1-3} . Seen from number reynolds on 12863 that tends to gained until number reynolds 29951. Seen from the Reynolds number 12836 until 34229. This skyrocket due to the influence of friction on the connection T (tee) is still dominant and the absence of gravity. Whereas in a direct connection to the bottom ΔP_{1-2} an increase in pressure drop is significant. Look of the Reynolds number on 12863 tends to be rise until 29951 Reynolds number. In comparison the connection T (tee) and over ΔP_{1-2} and aligned to the bottom ΔP_{1-2} before entering T (tee) connection, on the connection line to the top ΔP_{1-2} and direct connection to the bottom ΔP_{1-2} before entering the connection T (tee) tend to be the same an increase in pressure drop significantly with increasing Reynolds number. This skyrocket due to the friction factor on the connection T (tee). In comparison the connection T (tee) and over ΔP_{3-4} and keeping down ΔP_{3-4} after the connection T (tee), the connection T (tee) and makes the top, ΔP_{3-4} an increase in pressure drop with increasing Reynolds number. Seen from the Reynolds number 12836 until 34229. This skyrocket due to the friction factor is dominant on the connection T (tee). While at node T (tee) and makes the bottom ΔP_{3-4} is also an increase in pressure drop significantly compared with T (tee) and over ΔP_{3-4} after the connection T (tee). Seen from the Reynolds number 12836 until 34229. This skyrocket due to the friction factor is dominant on the connection T (tee).

Keyword: pressure drop, tee connection frontal vertical, aligned to the top, aligned to the bottom.

PENDAHULUAN

Sistem perpipaan merupakan bagian komponen yang utama dari system pendistribusian air. Dalam perkembangannya system instalasi pipa memerlukan pengawasan dan perawatan yang kontinyu. Hal ini untuk mengurangi kerugian-kerugian akibat kondisi instalasi pipa tersebut. permasalahan-permasalahan yang sering timbul dalam system perpipaan tersebut antara lain: kebocoran, yang sering terjadi pada pipa atau komponen lainnya, da besarnya energy yang hilang.

Sistem perpipaan meliputi semua komponen dari lokasi awal sampai dengan lokasi tujuan antara lain, saringan (strainer), katup atau kran, sambungan, nosel dan sebagainya. Sambungan dapat berupa sambungan

penampang tetap, sambungan penampang berubah, belokan (elbow) atau sambungan bentuk T (Tee).

Dalam perencanaan suatu sistem aliran, sulit dihindari adanya suatu sambungan, salah satunya sambungan T (*tee*). Adanya sambungan T (*tee*) dalam suatu saluran akan menyebabkan terjadinya kehilangan energi dan penurunan tekanan pada aliran. Hal tersebut dikarenakan oleh perubahan arah aliran fluida yang melalui saluran tersebut. Besar kecilnya kehilangan energi dan penurunan tekanan yang terjadi pada aliran yang melalui sambungan T (*tee*) tersebut dipengaruhi oleh posisi sambungan T (*tee*) yang dipasang.

Priyo Heru (2009) melakukan penelitian, tentang studi *eksperimental* dan numerik gas-cairan aliran dua fase melewati elbow 45° dari arah vertikal ke posisi miring 45° menyimpulkan bahwa peningkatan *frictional*

pressure drop dengan meningkatnya kecepatan aliran akan membuat kecenderungan peningkatan *pressure drop* baik pada aliran vertikal maupun miring, dan besarnya *pressure drop* pada *elbow* dan pipa miring dominan dipengaruhi oleh faktor elevasi, dimana elevasi pada *elbow* maupun pipa miring tidak sejauh elevasi pada pipa vertikal, sehingga besarnya *pressure drop* pada *elbow* dan pipa miring jauh lebih kecil daripada pipa vertikal. Penelitian tersebut menginformasikan tentang *pressure drop* cairan dua fase pada *elbow* 45°, pipa vertikal, dan pipa miring 45°, tetapi belum menginformasikan tentang *pressure drop* pada sambungan T dan aliran satu fase.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Lukman (2011), tentang *eksperimental* karakteristik *pressure drop* pada pipa dan variasi *elbow* 90° untuk sistem perpipaan menyimpulkan peningkatan bilangan *Reynolds* pada pipa vertikal menyebabkan karakteristik *pressure drop* juga mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan elevasi yang dominan dibandingkan dengan faktor gesekan. Karakteristik *pressure drop* pada *elbow* 90° yang mempengaruhi peningkatan secara signifikan, akibat bentuk dimensi dari *elbow* yang menyebabkan adanya perbedaan ketinggian (*elevasi*), dimana *elevasi* lebih tinggi menghasilkan *pressure drop* lebih tinggi dibandingkan dengan *elevasi* yang rendah. Penelitian tersebut menginformasikan tentang *pressure drop* pada pipa dan variasi *elbow* 90°, tetapi belum menginformasikan tentang sambungan T terhadap *pressure drop*.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Thoriq (2011), tentang pengaruh eksperimental menggunakan *v-notch weir* 60° dengan sambungan T untuk posisi frontal dan searah terhadap kapasitas dan *pressure drop* pada sistem perpipaan menyimpulkan pemakaian variasi kecepatan melalui variasi bukaan katup utama dan katup bypass pada pipa horizontal lurus tanpa menggunakan sambungan *tee* dan dengan menggunakan sambungan *tee* baik frontal maupun searah akan mempengaruhi besarnya *pressure drop* dan kapasitas aliran (*debit*). Untuk *pressure drop* pada pipa horizontal menggunakan sambungan T (*tee*) dapat disimpulkan bahwa ketika terjadi peningkatan bilangan *Reynolds* maka *pressure drop* cenderung mengalami peningkatan baik pada sambungan *tee* frontal maupun pada sambungan *tee* searah. Akan tetapi terjadi peningkatan *pressure drop* yang lebih signifikan pada sambungan *tee* searah dibandingkan dengan sambungan *tee* frontal. Hal tersebut disebabkan oleh terjadinya perlambatan kecepatan (*akselerasi pressure drop*) pada sambungan *tee* frontal lebih signifikan dibandingkan pada sambungan *tee* searah. Penelitian tersebut menginformasikan tentang

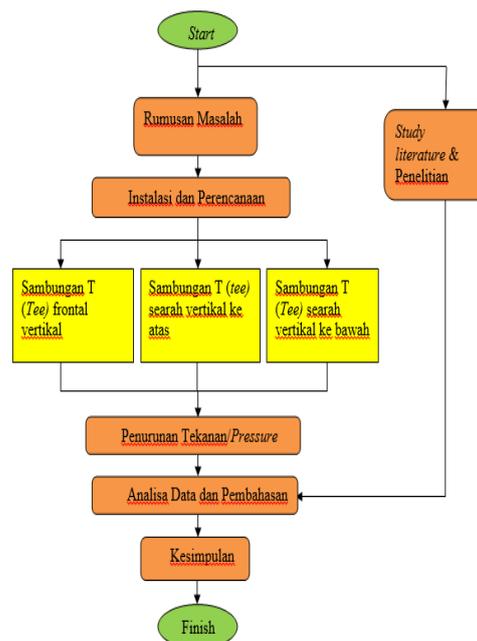
sambungan T untuk posisi frontal dan searah terhadap kapasitas dan *pressure drop*, tetapi belum menginformasikan tentang variasi kemiringan sambungan T terhadap *pressure drop*.

Berdasar penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa efisiensi dari suatu sistem aliran akan tercapai maksimal apabila desain atau perancangan sistem salurannya dilakukan dengan cermat dan tepat. Perancangan ini meliputi penentuan diameter pipa, posisi pipa, penggunaan sambungan-sambungan, dan penggunaan belokan (*elbow*). Untuk mengetahui secara aktual tentang kehilangan energi dan penurunan tekanan yang terjadi pada zat cair yang melalui sambungan, penulis melakukan penelitian dengan judul *Ekperimental Karakteristik Pressure drop* dengan sambungan T (*tee*) untuk posisi frontal dan searah pada posisi vertikal untuk sistem perpipaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *pressure drop* pada sambungan T (*tee*) untuk posisi frontal vertikal, posisi searah vertikal ke atas, posisi searah vertikal ke bawah.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan tambahan wawasan tentang bagaimana pengaruh desain sambungan T (*tee*) untuk posisi frontal vertikal, posisi searah ke atas, dan posisi searah ke bawah. Memberikan motivasi bagi para peneliti untuk mengadakan penelitian lebih lanjut mengenai aliran dalam sambungan *tee*. Dan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk merancang suatu peralatan atau instalasi industri yang banyak menggunakan sambungan T (*tee*).

METODE
Rancangan Penelitian



Gambar 1. Desain Peneelitan

Variabel

• Variabel bebas

Variabel bebas merupakan kondisi-kondisi atau karakteristik-karakteristik yang oleh peneliti dimanipulasi dalam rangka untuk menerangkan hubungannya dengan fenomena yang diobservasi. Variabel ini disebut variabel pengaruh, sebab berfungsi mempengaruhi variabel lain (Narbuko dan Achmadi, 2005:119). Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah penggunaan sambungan T (*tee*) pada posisi frontal vertikal, searah vertikal ke atas, searah vertikal ke bawah.

• Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan kondisi atau karakteristik yang berubah atau muncul ketika penelitian mengintroduksi, mengubah atau mengganti variabel bebas. Variabel ini dipengaruhi oleh variabel lain, karenanya juga disebut variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruhi (Narbuko dan Achmadi, 2005:119). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *pressure drop* yang terjadi.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang membatasi (sebagai kendali) atau mewarnai variabel moderator. Variabel ini berfungsi sebagai kontrol terhadap variabel lain terutama yang berkaitan dengan variabel moderator. Dimana variabel moderator itu sendiri merupakan variabel yang karena fungsinya ikut mempengaruhi variabel tergantung serta memperjelas hubungan bebas dengan variabel tergantung (Narbuko dan Achmadi, 2005:120).

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah suhu ruangan kamar 27°C, diameter pipa 1", dan permukaan pipa.

Teknik Pengumpulan Data

• Tahap Awal

Pada tahap awal ini, dilakukan persiapan-persiapan sebelum penelitian dimulai. Pada tahap ini dilakukan uji coba dan kalibrasi terhadap alat ukur. Setelah selesai, kemudian dilakukan pemasangan seksi uji pada instalasi alat penelitian yang dihubungkan dengan manometer segaris dan *water flow meter*.

• Pelaksanaan Penelitian

- Setelah seksi uji terpasang dan semua sambungan dipastikan rapat dan bebas dari kebocoran, maka pompa dihidupkan.
- Setelah aliran terlihat stabil, kemudian dilakukan pencatatan data-data penelitian. Data yang diambil yaitu tinggi manometer (h) pada manometer segaris, tinggi Z_1 , Z_2 dan debit air pada *water flow meter*.
- Pada masing-masing variasi kecepatan dengan menggunakan bukaan katup utama dan katup bypass, kita lakukan lagi pencatatan data-data penelitian seperti halnya langkah nomor tiga.

- Setelah selesai pengambilan data untuk satu seksi uji, kemudian pompa dimatikan, dan dilakukan pengetesan alat untuk seksi uji yang kedua.

- Apabila pemasangan seksi uji yang kedua telah selesai, maka langkah nomor dua sampai ketiga diulangi untuk mendapatkan data-data $h\Delta$ pada manometer dan debit pada *water flow meter*.

• Tahap Akhir

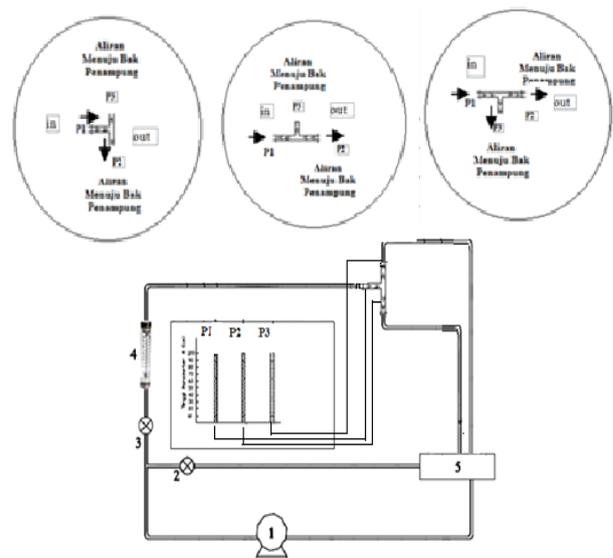
Pada tahap ini dilakukan pembersihan tempat penelitian dan mengembalikan alat-alat penelitian seperti semula.

• Teknik Analisis Data

Analisa data dalam penelitian ini adalah dengan teknik statistik deskriptif yaitu teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau menyampaikan hasil penelitian dalam bentuk grafik. Data yang diambil dalam penelitian ini adalah Karakteristik *pressure drop* tanpa sambungan T (*tee*), dengan sambungan sambungan T (*tee*) (frontal dan searah).

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara penurunan tekanan (*pressure drop*) dengan bilangan *Reynolds*. Grafik yang didapat kemudian dibandingkan antara tanpa sambungan *tee* dan menggunakan sambungan *tee* serta pada sambungan T (*tee*) yang dipasang secara frontal dan searah, sehingga akan terlihat pengaruh kecepatan aliran fluida air terhadap *pressure drop terhadap bilangan Reynolds* yang terjadi pada aliran yang melalui *Pipa PVC berdiameter 1 inchi* pada sambungan T (*tee*) pada posisi *frontal dan searah*.

Dalam penelitian ini skema penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Untuk melaksanakan penelitian, peralatan yang digunakan terdiri dari pompa, katup, manometer segaris, *water flowmeter*, pipa, sambungan *tee*, bak penampung air.

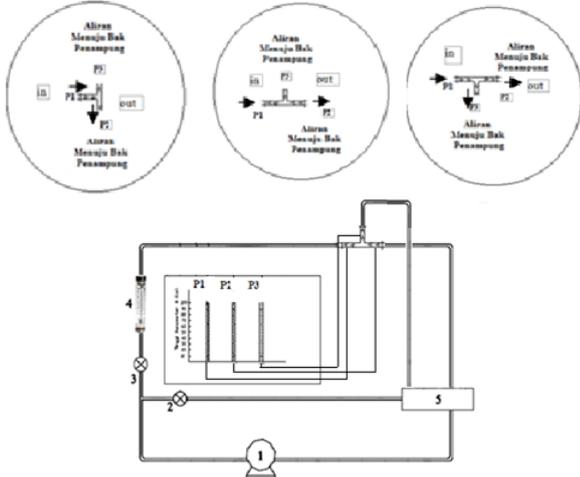


Gambar 2. Skema instrumen penelitian

Ekperimental Karakteristik Pressure Drop

Keterangan Gambar

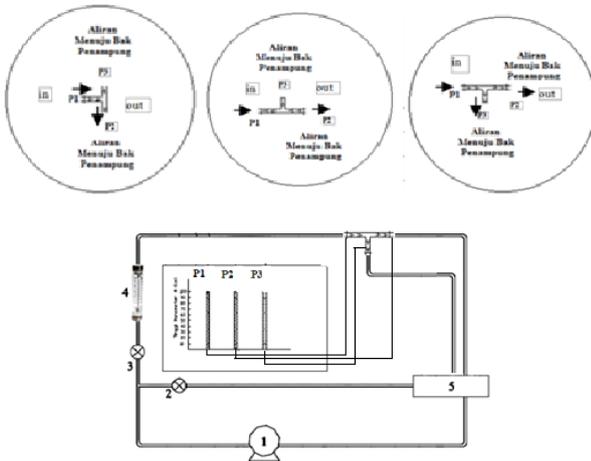
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Pompa | 6. P1(pengukuran 1) |
| 2. Katup utama | 7. P2(pengukuran 2) |
| 3. Katup bypass | 8. P3(pengukuran 3) |
| 4. Water flowmeter | |
| 5. Manometer segaris | |



Gambar 3. Skema instrumen penelitian

Keterangan Gambar 2

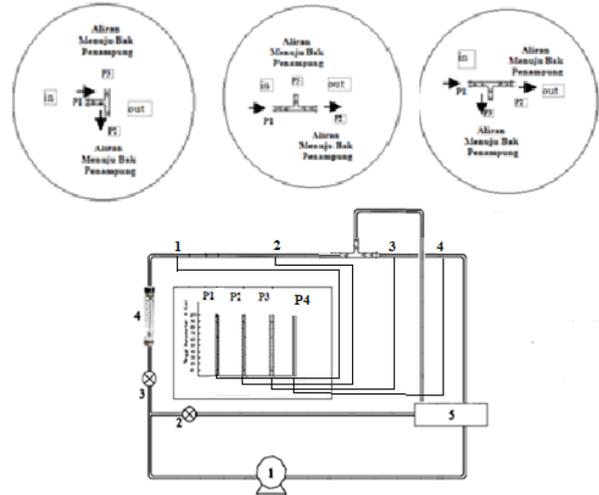
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Pompa | 6. P1(pengukuran 1) |
| 2. Katup utama | 7. P2(pengukuran 2) |
| 3. Katup bypass | 8. P3(pengukuran 3) |
| 4. Water flowmeter | |
| 5. Manometer segaris | |



Gambar 4. Skema instrumen penelitian

Keterangan Gambar 3

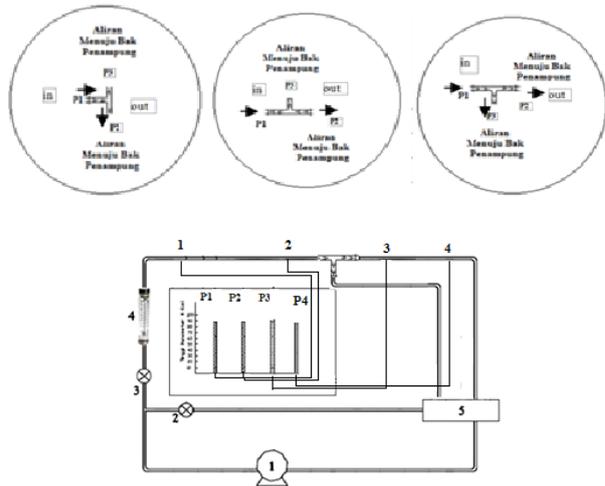
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Pompa | 6. P1(pengukuran 1) |
| 2. Katup utama | 7. P2(pengukuran 2) |
| 3. Katup bypass | 8. P3(pengukuran 3) |
| 4. Water flowmeter | |
| 5. Manometer segaris | |



Gambar 5. Skema instrumen penelitian

Keterangan Gambar 4

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Pompa | 6. P1(pengukuran 1) |
| 2. Katup utama | 7. P2(pengukuran 2) |
| 3. Katup bypass | 8. P3(pengukuran 3) |
| 4. Water flowmeter | 9. P4(pengukuran 4) |
| 5. Manometer segaris | |



Gambar 6. Skema instrumen penelitian

Keterangan Gambar 5

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Pompa | 6. P1(pengukuran 1) |
| 2. Katup utama | 7. P2(pengukuran 2) |
| 3. Katup bypass | 8. P3(pengukuran 3) |
| 4. Water flowmeter | 9. P4(pengukuran 4) |
| 5. Manometer segaris | |

Pada tahap awal, dilakukan persiapan-persiapan sebelum penelitian dimulai. Pada tahap ini dilakukan uji coba dan kalibrasi terhadap alat ukur. Setelah selesai, kemudian dilakukan pemasangan seksi uji pada instalasi alat penelitian yang dihubungkan dengan manometer segaris dan *water flowmeter*. Setelah seksi uji terpasang dan semua sambungan dipastikan rapat dan bebas dari kebocoran, maka pompa dihidupkan. Setelah aliran terlihat stabil, kemudian dilakukan pencatatan data-data penelitian. Data yang diambil yaitu tinggi cairan

manometer (*h*) pada manometer segaris, tinggi Z_1 , Z_2 dan debit air pada *water flowmeter*. Pada masing-masing variasi debit dengan menggunakan bukaan katup utama dan katup bypass, kita lakukan lagi pencatatan data-data penelitian. Setelah selesai pengambilan data untuk satu seksi uji, kemudian pompa dimatikan, dan dilakukan penyetelan alat untuk seksi uji yang kedua. Apabila pemasangan seksi uji yang kedua telah selesai, maka pengukuran diulangi untuk mendapatkan data-data Δh pada manometer dan debit pada *water flowmeter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

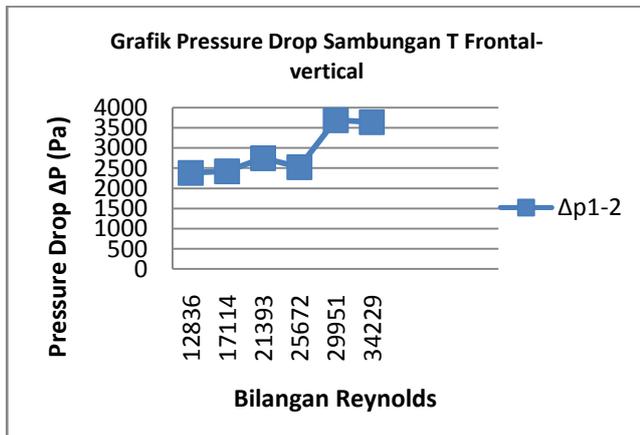
Penelitian ini menggunakan sambungan T (*tee*) dipasang secara frontal vertikal. Diameter pipa yang diteliti adalah 1 inchi berbahan PVC. Pengujian pertama dilakukan pada sambungan T (*tee*) frontal vertikal dengan 3 kali pengujian pada setiap debit 12, 16, 20, 24, 28, 32, setiap satu debit dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dan hasilnya dirata-ratakan. Kemudian pengujian dilanjutkan pada posisi searah ke atas dan searah ke bawah dengan perlakuan yang sama. Untuk *pressure drop* pada sambungan T dengan variasi frontal vertikal, searah ke atas, searah ke bawah dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + H_{lt} \tag{1}$$

Dari persamaan diatas maka diperoleh:

$$\Delta P_{1-2} = [\Delta Z + (h_1 - h_2)] \times \rho \times g \tag{2}$$

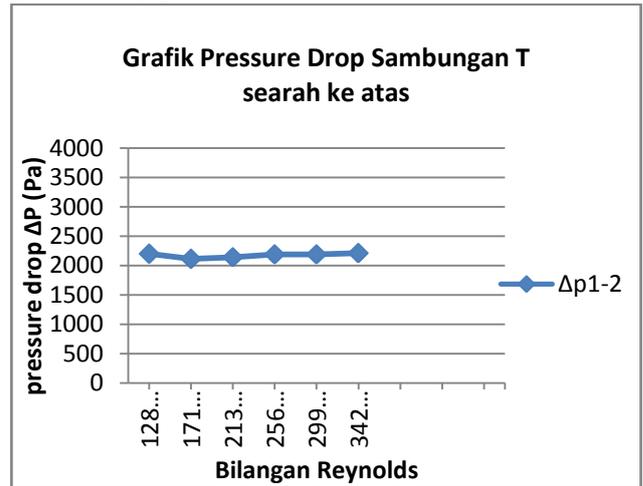
Adapun hasil penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 7. Grafik karakteristik *pressure drop* terhadap bilangan Reynolds pada sambungan T untuk posisi frontal vertikal.

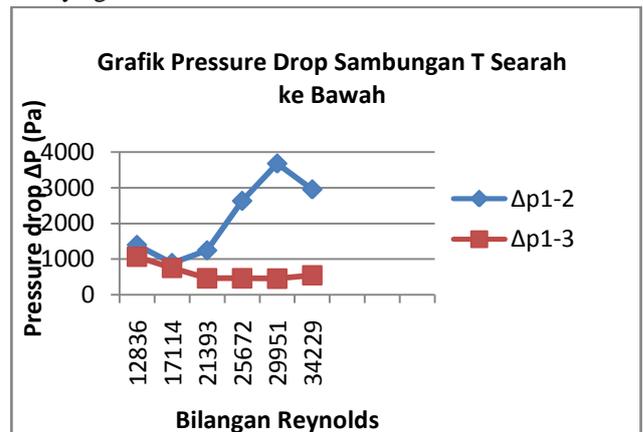
Pada Gambar 7 menunjukkan *pressure drop* pada sambungan T (*tee*) frontal vertikal cenderung terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan Reynolds. Terlihat dari nilai bilangan Reynolds 12863 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya gravitasi pada sambungan T (*tee*). Karena alirannya ke bawah maka pada sambungan T (*tee*) frontal vertikal

fluida keluaran kebawah alirannya di bantu oleh gravitasi akibat dari elevasi yang mempengaruhi *pressure drop* juga semakin besar. Pada gambar 6 sambungan T (*tee*) frontal vertikal tidak ada aliran fluida ke atas, karena fluida tidak mampu melawan gravitasi. Sehingga alirannya mengalir ke bawah semua. pada gambar 6 pada titik 4-5 pada bilangan Reynolds 25672 sampai 29951 terjadi peningkatan *pressure drop* signifikan. Hal ini di sebabkan pada debit 24-28 L/mnt aliran fluida sudah mulai tidak beraturan / acak. Sehingga *pressure drop* pada aliran juga tidak beraturan.



Gambar 8. Grafik karakteristik *pressure drop* terhadap bilangan Reynolds pada sambungan T untuk posisi searah ke atas.

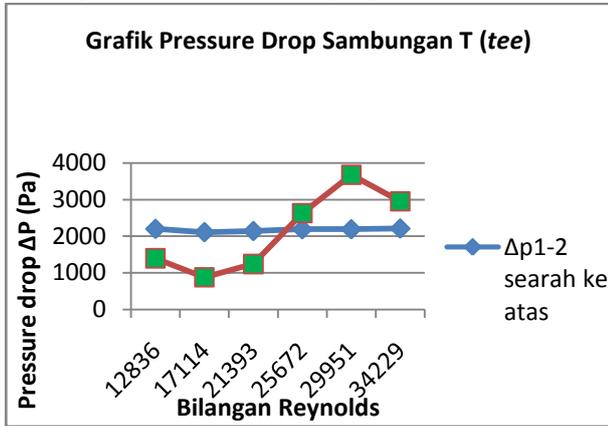
Pada Gambar 8 menunjukkan peningkatan *pressure drop* pada sambungan T (*tee*) searah ke atas yang melandi. Terlihat dari bilangan Reynolds 12836 sampai 34229. Hal ini disebabkan pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya gravitasi.



Gambar 9. Grafik karakteristik *pressure drop* terhadap bilangan Reynolds pada sambungan T untuk posisi searah ke bawah.

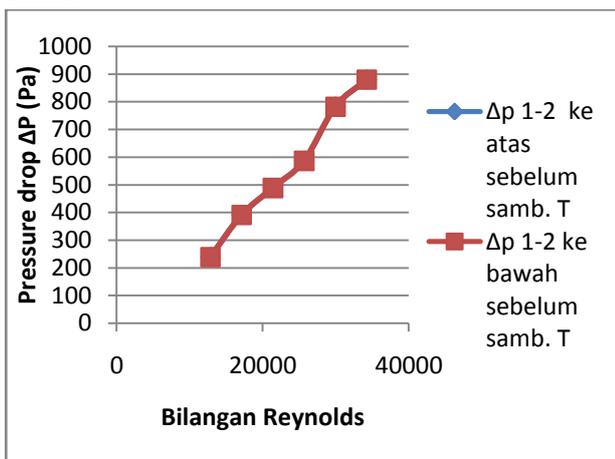
Pada Gambar 9, grafik menunjukkan *pressure drop* pada sambungan T(*tee*) posisi searah ke bawah pada ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* signifikan

dibandingkan dengan grafik *pressure drop* ΔP_{1-3} . Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12836 yang cenderung meningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951. Sedangkan pada grafik *pressure drop* pada ΔP_{1-3} terjadi penurunan. Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12836 yang cenderung menurun *pressure dropnya* sampai bilangan *Reynolds* 34229. Hal ini disebabkan karena adanya faktor gravitasi akibat elevasi yang lebih dominan.



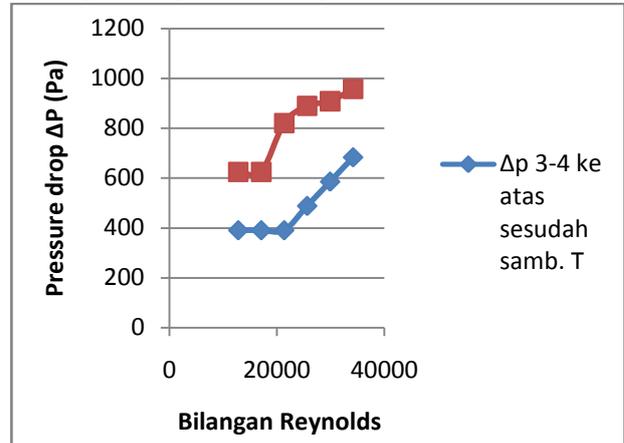
Gambar 10. Grafik perbandingan karakteristik *pressure drop* searah ke atas ΔP_{1-2} dan searah ke bawah ΔP_{1-2} terhadap bilangan *Reynolds*.

Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan ke bawah ΔP_{1-2} , pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* melandai. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya gravitasi. Sedangkan pada sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan. Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12863 yang cenderung mningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951.



Gambar 11. Grafik perbandingan karakteristik *pressure drop* searah ke atas ΔP_{1-2} dan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*) terhadap bilangan *Reynolds*.

. Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*), pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} dan sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*) cenderung sama terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan pada sambungan T (*tee*).



Gambar 12. Grafik perbandingan karakteristik *pressure drop* searah ke atas ΔP_{3-4} dan searah ke bawah ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*) terhadap bilangan *Reynolds*.

Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{3-4} dan searah ke bawah ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*), pada sambungan T (*tee*) searah ke atas, ΔP_{3-4} terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*). Sedangkan pada sambungan T (*tee*) searah ke bawah ΔP_{3-4} juga terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan di bandingkan dengan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*). Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang eksperimental karakteristik *pressure drop* dengan sambungan T (*tee*) untuk posisi frontal dan searah pada posisi vertikal untuk system perpipaan, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- Pada sambungan T (*tee*) posisi frontal vertikal cenderung terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Terlihat dari nilai bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini disebabkan karena adanya gravitasi pada sambungan T (*tee*). Karena alirannya ke bawah, maka pada

sambungan T (*tee*) frontal vertikal fluida keluaran ke bawah alirannya di bantu oleh gravitasi akibat dari elevasi yang mempengaruhi *pressure drop* juga semakin besar.

- Pada sambungan T (*tee*) posisi searah ke atas terjadi peningkatan *pressure drop* melandai. Terlihat dari nilai bilangan *Reynolds* pada 12836 sampai 34229. Hal ini disebabkan karena pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya faktor gravitasi.
- Pada sambungan T (*tee*) posisi searah ke bawah pada ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* signifikan dibandingkan dengan grafik *pressure drop* ΔP_{1-3} . Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12836 yang cenderung meningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951. Sedangkan pada grafik *pressure drop* pada ΔP_{1-3} terjadi penurunan. Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12836 yang cenderung menurun *pressure dropnya* sampai bilangan *Reynolds* 34229. Hal ini disebabkan karena adanya faktor gravitasi akibat elevasi yang lebih dominan.
- Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan ke bawah ΔP_{1-2} , pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* melandai. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena pengaruh gesekan pada sambungan T (*tee*) yang masih dominan dan tanpa adanya gravitasi. Sedangkan pada sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan. Terlihat dari bilangan *Reynolds* pada 12863 yang cenderung mningkat sampai bilangan *Reynolds* 29951.
- Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{1-2} dan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*), pada sambungan searah ke atas ΔP_{1-2} dan sambungan searah ke bawah ΔP_{1-2} sebelum masuk sambungan T (*tee*) cenderung sama terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan pada sambungan T (*tee*).
- Pada perbandingan sambungan T (*tee*) searah ke atas ΔP_{3-4} dan searah ke bawah ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*), pada sambungan T (*tee*) searah ke atas, ΔP_{3-4} terjadi peningkatan *pressure drop* dengan meningkatnya bilangan *Reynolds*. Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*). Sedangkan pada sambungan T (*tee*) searah ke bawah ΔP_{3-4} juga terjadi peningkatan *pressure drop* yang signifikan di bandingkan dengan sambungan T (*tee*) searah ke

atas ΔP_{3-4} sesudah sambungan T (*tee*). Terlihat dari bilangan *Reynolds* 12836 sampai 34229. Hal ini di sebabkan karena adanya faktor gesekan yang dominan pada sambungan T (*tee*).

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Hendaknya alat di sempurnakan lagi untuk mendapatkan ketepatan pengukuran yang lebih baik.
- Meneruskan penelitian untuk mengetahui lebih detail tentang aliran yang terjadi pada sambungan T frontal vertikal, searah ke atas, dan searah ke bawah.
- Meneruskan penelitian dengan mengganti arah aliran sambungan T (*tee*), misalnya sambungan T (*tee*) dipasang secara searah tapi tetap dengan variasi kemiringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggun Nugroho. 2006. *Analisis Distribusi Tekanan Fluida Cair Yang Melalui Elbow 90° Dengan Variasi Jari-Jari Kelengkungan Dan Kapasitas Aliran Fluida*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Semarang: Jurusan Teknik Mesin FT-UNNES.
- Anonim. "Sistem Perpipaan Fluida". <http://indonesiamek-anikal.blogspot.com/2008/07/sistem-perpipaan-fluida.html>.
- Anonim. "pressure drop". [Http://www.engIneersedge.com/fluid_flow/pressure_drop/pressure_drop.htm](http://www.engIneersedge.com/fluid_flow/pressure_drop/pressure_drop.htm).
- Fauzi Susanto. 2006. *Pengaruh Pembelokkan (Elbow) Terhadap Kehilangan Energi Pada Saluran Pipa Galvanis*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Semarang: Jurusan Teknik Sipil FT-UNNES.
- Fox, Robert W. dan Alan, T. McDonald. 1985. *Introduct Ion to Fluid Mechanics*. New York: John Wiley.
- Lukman. 2011. *Eksperimental Karakteristik Pressure Drop Pada Pipa Dan Variasi Elbow 90° Untuk Sistem Perpipaan*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FT-UNE SA.
- Munson, Bruce R. dkk. 2003. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Narbuko, C dan Achmadi, H A. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Priyo Heru Adiwibowo, 2009, "Studi Eksperimental dan Numerik Gas – Cairan Aliran Dua Fase Melewati Elbow 45° dari Arah Vertikal ke Posisi Miring 45°", Thesis, Institut Teknologi S epuluh Nopember, Surabaya
- Streeter, Victor L dan Wylie, Benjamin E. 1999. *Mek anika Fluida Jilid 1*.

Terjemahan Arko Prijono . Jakarta: Erlangga

Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Jurusan PTM FT Unesa*. Surabaya: Unesa University Press.

Sutrisno. 2005. *Pengaruh Perubahan Penampang Terhadap Kehilangan Energi Pada Pipa Polivinil Chlorida (PVC)*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Sipil FT-UNNES.

Thoriq. 2011. *Pengaruh Eksperimental Menggunakan V-notch Weir 60° Dengan Sambungan T (tee) Untuk Posisi Frontal Dan Searah Terhadap Kapasitas Dan Pressure Drop Pada Sistem Perpipa-an*. Tugas akhir tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Mesin FT-UNESA.

Triadmojo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.

White, Frank. M., 1986, *Mekanika Fluida Jilid I*, Erlangga, Jakarta.