

Pengaruh Laju Aliran terhadap *Minor Losses* pada Belokan Pipa menggunakan Larutan Asam Fosfat (H_3PO_4)

Arif Yunizar Nugraha, Slamet Wahyudi dan Rudy Soenoko

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

[E-mail: arif.yunizar.nugraha.1989@gmail.com](mailto:arif.yunizar.nugraha.1989@gmail.com)

Abstract

Fluid flow in a pipes installation are included loss of energy in the form of a pressure drop (pressure drop) due to major losses such as friction, while the minor losses due to changes in the local form of the channel in the form of bends, valves and pipe fittings. Acid is a substance that gives the proton to another substance. The use of acid often found in everyday life because it has benefits in the production process such as the use of phosphoric acid (H_3PO_4) contained in detergents and fertilizers. Based on the description above then conducted research to determine the effect of the flow rate to minor losses in pipe bends through an installation using a solution of phosphoric acid (H_3PO_4). Whereas, independent variable is the speed, concentrated solutions of phosphoric acid (H_3PO_4) of 5%, 10% 15% and a pipe bend angle 45° , 90° and 180° . Dependent variable is the head losses and head loss coefficient. The result showed that the rate of fluid flow effect on the head loss and head loss coefficient, while the difference in angle bend pipe has not effect. The greater the fluid flow as well the smaller head loss and head loss coefficient.

Keywords : *fluid flow, pipe bends, head losses and head loss coefficient*

PENDAHULUAN

Fluida memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, bahkan setiap hari tanpa disadari kita selalu menenumi kasus yang berhubungan dengan fluida, mulai dari timbulnya peristiwa alam hingga berkaitan dengan aktivitas kehidupan sehari-hari. Semua fluida mempunyai atau menunjukkan sifat-sifat atau karakteristik yang penting dalam dunia rekayasa. Pengaplikasian prinsip-prinsip mekanika fluida dapat dijumpai pada bidang industri, transportasi maupun bidang keteknikan lainnya, namun dalam penggunaannya selalu terjadi kerugian energi. Pengetahuan tentang kerugian energi pada suatu sistem yang memanfaatkan fluida mengalir sebagai media dapat menentukan tingkat efisiensi penggunaan energi. [1]

Fluida yang mengalir dalam suatu instalasi pemipaan akan mengalami kerugian energi berupa penurunan tekanan (*pressure drop*) akibat adanya *major losses* berupa gesekan, sedangkan *minor losses* disebabkan oleh perubahan bentuk lokal dari saluran yang berupa belokan, katup, maupun sambungan pipa. Pergerakan cairan melalui pipa lengkung didukung oleh penurunan tekanan merupakan dasar masalah yang harus dipelajari, karena aliran yang disebabkan oleh inersia fluida dan aliran sekunder yang melintasi pipa belokan tersebut. Untuk aliran Newtonian, gradien tekanan dekat daerah dinding merupakan pemicu untuk aliran sekunder. [2]

Salah satu contoh pengaplikasian larutan asam fosfat adalah teknik isolasi gelatin yang meliputi variasi asam dan

variasi basa, larutan asam yang sering digunakan untuk perendaman gelatin ikan salah satunya dengan H_3PO_4 , dan memberikan hasil terbaik dengan konsentrasi 4% . [3]

Asam merupakan zat yang memberikan proton kepada zat lain, dalam hal ini proton adalah atom hidrogen yang kehilangan elektronnya yang secara umum dikenal dengan teori Arrhenius. [4]

Ketika asam dilarutkan dengan air, sebuah ion hidrogen ditransfer ke molekul air. Penggunaan asam banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki manfaat dalam proses produksi misalnya penggunaan asam fosfat (H_3PO_4) terdapat dalam deterjen dan pupuk.

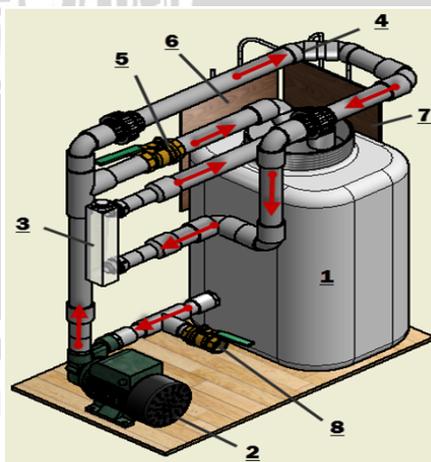
Dari penelitian sebelumnya, media fluida yang digunakan adalah air, untuk menambah pengetahuan tentang *minor losses* dilakukan penelitian lebih lanjut pada belokan pipa dengan menggunakan larutan asam fosfat (H_3PO_4).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA untuk pengujian viskositas dan massa jenis larutan asam fosfat (H_3PO_4) sedangkan untuk pengujian *minor losses* dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode eksperimental (*experimental method*) untuk mengetahui hubungan besar laju aliran larutan asam fosfat (H_3PO_4) terhadap *minor losses* pada belokan pipa 45° , 90° , dan 180° dengan 3 macam konsentrasi larutan yaitu 5%, 10% dan 15%.

Proses pengambilan data mengacu pada Gambar 1 dimana ketika larutan mengalir dari *reservoir* (1) melalui pompa (2) dengan mengatur besar debit pada katup (5) yang terlihat di *flowmeter* (3), selanjutnya membaca beda ketinggian air raksa di manometer *in* (6) dan manometer *out* (7) di setiap seksi uji belokan pipa (4).

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur tekanan di belokan pipa menggunakan manometer air raksa dengan 4 variasi debit yang diukur melalui *flowmeter* pada 3 konsentrasi larutan asam fosfat (H_3PO_4). Manometer dipasang 2 titik pada setiap belokan pipa, tujuannya adalah untuk mengetahui tekanan aliran sebelum melintasi belokan dan tekanan setelah melewati belokan sehingga akan diperoleh besar *head losses* dan koefisien kerugian pada masing-masing belokan pipa tersebut. Pengambilan data dilakukan setiap variasi debit aliran pada masing-masing belokan pipa dan konsentrasi larutan asam fosfat (H_3PO_4) sebanyak 3 kali setiap perlakuan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis varian dua arah (*two way ANOVA*) *in randomized block*.

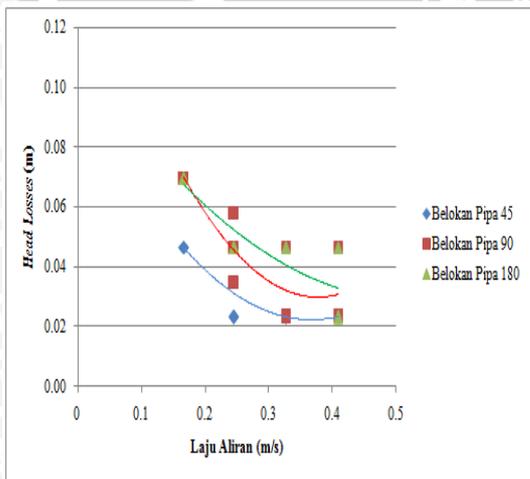


Gambar 1. Skema instalasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Laju Aliran di Masing-Masing Belokan Pipa pada Setiap Konsentrasi Larutan Asam Fosfat (H_3PO_4) terhadap Head Losses dan Koefisien Kerugian

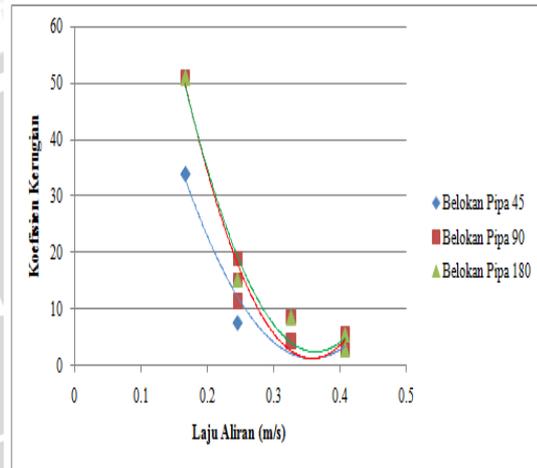
Hasil perhitungan dan analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara laju aliran terhadap *head losses* dan koefisien kerugian. Perhitungan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi laju aliran maka semakin kecil *head losses* dan koefisien kerugian. Hal ini disebabkan karena ketika kecepatan meningkat maka *pressure drop* akan menurun, *pressure drop* (Δp) disebabkan oleh gaya gesek pada fluida yang mengalir pada pipa.



Gambar 2. Grafik hubungan laju aliran dan *head losses* pada konsentrasi 15%.

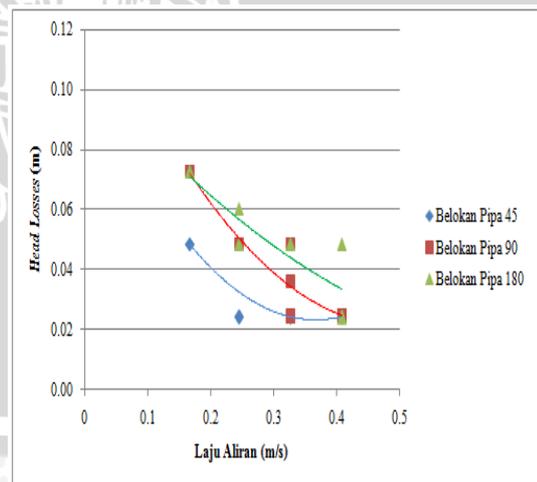
Gambar 2 menunjukkan nilai *head losses* yang cenderung turun di setiap belokan pipa. *Head losses* di belokan pipa 45° lebih rendah dibandingkan nilai *head losses* di belokan pipa 90° dan nilai *head losses* di belokan pipa 90° lebih rendah daripada nilai *head losses* di belokan pipa 180°. Semakin tinggi laju aliran maka *head losses* semakin

menurun, hal ini dikarenakan nilai *pressure drop* (Δp) yang berbanding lurus dengan nilai *head losses*. [1]

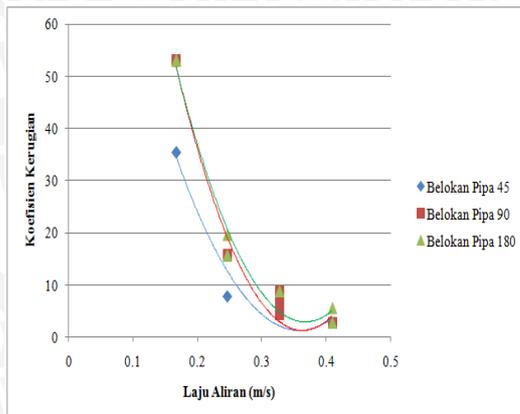


Gambar 3. Grafik hubungan laju aliran dan koefisien kerugian pada konsentrasi 15%.

Pada gambar 3 menunjukkan nilai koefisien kerugian yang cenderung menurun seiring meningkatnya laju aliran. Nilai koefisien kerugian tersebut berkaitan dengan *head losses* yang berbanding lurus. [1]



Gambar 4. Grafik hubungan laju aliran dan *head losses* pada konsentrasi 10%.

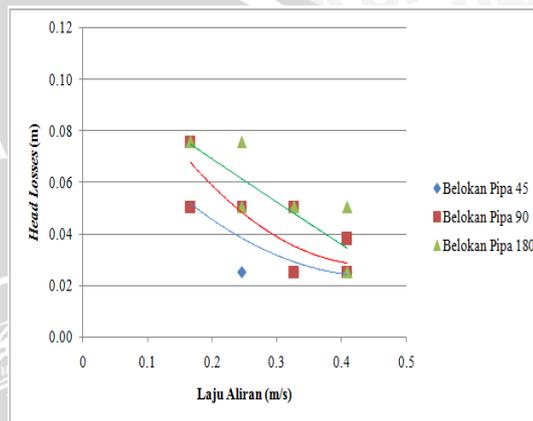


Gambar 5. Grafik hubungan laju aliran dan koefisien kerugian pada konsentrasi 10%.

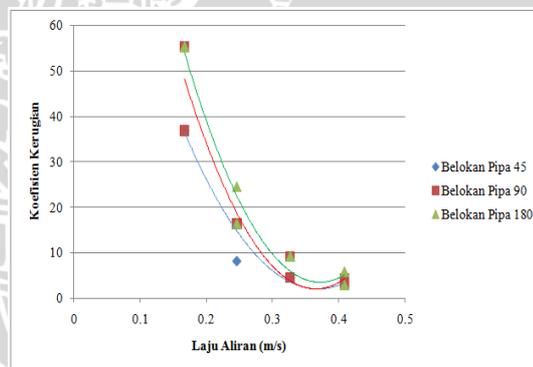
Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa hubungan laju aliran dengan *head losses* dan koefisien kerugian pada konsentrasi 10% yang menunjukkan nilai *head losses* yang cenderung turun di setiap belokan pipa. *Head losses* di belokan pipa 45° nilainya lebih rendah dibandingkan nilai *head losses* di belokan pipa 90° dan nilai *head losses* 90° lebih rendah daripada nilai *head losses* di belokan pipa 180°. Semakin tinggi laju aliran maka nilai *head losses* semakin menurun, hal ini dikarenakan nilai *pressure drop* (Δp) yang berbanding lurus dengan nilai *head losses*. Dan besarnya nilai koefisien kerugian yang berdasarkan pada Gambar 5 juga cenderung menurun, karena nilai koefisien kerugian tersebut berhubungan dengan *head losses*. [1]

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan nilai *head losses* yang cenderung turun di setiap belokan pipa. *Head losses* di belokan pipa 45° nilainya lebih rendah dibandingkan nilai *head losses* di belokan pipa 90° dan 180°. Semakin tinggi laju aliran maka nilai *head losses* semakin menurun, hal ini

dikarenakan nilai *pressure drop* (Δp) yang berbanding lurus dengan nilai *head losses*. Nilai koefisien kerugian yang berdasarkan pada Gambar 7 juga cenderung menurun, karena nilai koefisien kerugian tersebut berhubungan dengan *head losses*. [1]



Gambar 6. Grafik hubungan laju aliran dan *head losses* pada konsentrasi 5%.



Gambar 7. Grafik hubungan laju aliran dan koefisien kerugian pada konsentrasi 10%.

Besar kecilnya bilangan *Reynolds* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dari diameter pipa, kecepatan, densitas dan kekentalan. Berdasarkan parameter tersebut terdapat keterkaitan antara bilangan *Reynolds* terhadap *head losses* dan koefisien kerugiannya.

Adanya perubahan debit menyebabkan kecepatan alirannya berubah sehingga berimbas pada bilangan *Reynolds* dimana kecepatan aliran selalu berbanding lurus terhadap bilangan *Reynolds*. Semakin besar laju alirannya maka makin besar bilangan *Reynolds*, sehingga akan mempengaruhi nilai *head losses* dan koefisien kerugian.

Hubungan Konsentrasi Asam Fosfat (H_3PO_4) terhadap Head losses dan Koefisien Kerugian.

Hasil analisis varian (*two way ANOVA*) menunjukkan bahwa konsentrasi larutan memberikan pengaruh terhadap *head losses* dan koefisien kerugian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin kecil konsentrasi maka semakin besar nilai *head losses* dan koefisien kerugian. Nilai ini dipengaruhi oleh densitas dari larutan asam fosfat (H_3PO_4), karena semakin kecil konsentrasi maka densitasnya menurun.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi maka nilai koefisien kerugian cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena densitas yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan. Selain itu koefisien kerugian nilainya sebanding dengan *head losses*.

Hubungan Belokan Pipa Terhadap Head Losses dan Koefisien Kerugian

Hasil analisis varian (*two way ANOVA*) menunjukkan bahwa perbedaan sudut belokan pipa memberikan pengaruh terhadap *head losses* dan koefisien kerugian. Berdasarkan Gambar 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 menunjukkan bahwa semakin besar sudut belokan pipa

maka *head losses* dan koefisien kerugian semakin meningkat, karena semakin besar sudut belokan maka nilai *pressure drop* (Δp) juga semakin tinggi yang dipengaruhi oleh perbedaan tinggi tekan pada sebelum dan setelah belokan pipa yang semakin meningkat.

Hasil perhitungan menunjukkan sudut belokan berbanding lurus dengan *head losses* dan koefisien kerugian. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang sedikit berbeda, tetapi tren grafik sudah menyerupai. Nilai *head losses* dan koefisien kerugian paling besar diperoleh pada sudut 180° , kemudian 90° dan 45° . Peningkatan ini disebabkan besarnya sudut maka akan mengakibatkan semakin besar *pressure drop* (Δp). Semakin besar sudut mengakibatkan semakin besar *head losses* dan koefisien kerugian.

Hubungan Interaksi Laju Aliran dan Belokan Pipa pada Konsentrasi Asam Fosfat (H_3PO_4) terhadap Head Losses dan Koefisien Kerugian.

Perhitungan analisis varian (*two way ANOVA*) menyatakan bahwa laju aliran dan belokan pipa pada konsentrasi larutan asam fosfat (H_3PO_4) memberikan pengaruh terhadap *head losses* dan koefisien kerugian. Hasil perhitungan menunjukkan semakin tinggi laju aliran di masing-masing belokan pipa nilai *head losses* dan koefisien kerugian cenderung menurun. Penurunan ini dikarenakan oleh *pressure drop* (Δp) yang berbanding lurus dengan *head losses* dan besar nilai koefisien kerugian berhubungan dengan *head losses*. Namun berbanding terbalik seiring dengan bertambahnya laju aliran yang menyebabkan nilai *head losses* dan nilai koefisien kerugian cenderung menurun.

Hasil pengujian *head losses* pada laju aliran asam fosfat pada belokan yang berbeda menunjukkan bahwa *head losses* yang terjadi di belokan pipa menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan. Perbedaan ini disebabkan karena *pressure drop* (Δp) yang terjadi di belokan pipa menghasilkan kecenderungan nilai yang semakin meningkat, walaupun dipengaruhi oleh densitas larutan.

Semakin tinggi laju aliran di masing-masing belokan pipa, nilai *head losses* dan koefisien kerugian semakin kecil, hal ini disebabkan karena semakin tinggi laju aliran maka *pressure drop* (Δp) akan menurun yang disebabkan oleh gaya gesek atau resistansi di dinding pipa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Laju aliran berpengaruh terhadap *minor losses* pada belokan pipa yang menggunakan larutan asam fosfat (H_3PO_4). Semakin besar laju aliran maka semakin kecil *head losses* dan koefisien kerugian. Perbedaan sudut pada belokan pipa memberikan pengaruh terhadap *head losses* dan koefisien kerugian yang disebabkan oleh semakin besar sudut belokan maka nilai *pressure drop* (Δp) yang semakin tinggi dan dipengaruhi oleh perbedaan tinggi tekan pada sebelum dan setelah belokan pipa yang semakin meningkat. Peningkatan ini menyebabkan besar sudut belokan pipa berbanding lurus dengan *head losses* dan koefisien kerugian. Terdapat interaksi antara laju aliran dan belokan pipa terhadap *head losses* dan koefisien kerugian, yang disebabkan oleh adanya *pressure drop* (Δp), dimana *pressure drop* (Δp) berbanding lurus dengan *head*

losses dan koefisien kerugian namun berbanding terbalik dengan laju aliran.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan analisa pengaruh gaya gesek dan *vortex* yang terjadi di masing masing belokan pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zainuddin, Sayoga A. IM & Nuarsa IM, 2012, Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan terhadap Head Losses Aliran Pipa. *Jurnal Dinamika Fluida*. Vol. 2, No.2, 14-22.
- [2] Fan Y, Tanner R. I., & Thien N. P., 2001, Fully Developed Viscous and Viscoelastic Flows in Curved Pipes. *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 440, No.1, 327-357.
- [3] Suwardi Y., 2011, Pengaruh Variasi Larutan Asam pada Isolasi Gelatin Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap Sifat-Sifat Kimia dan Fisik, *Tesis Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [4] Goldberg, D. E., 2003, *Schaum's Easy Outlines*, Alih Bahasa oleh Sherly Affandy, 2004, Erlangga, Jakarta.