

Kaji Eksperimental Koefisien Kerugian Pada Percabangan Pipa Dengan Sudut 45⁰, 60⁰ dan 90⁰

Rachmat Subagyo

Abstrak: Selama fluida mengalir melalui sistem instalasi perpipaan banyak terjadi rugi tekanan yang disebut sebagai rugi tekanan mayor dan rugi tekanan minor (kerugian akibat fluida melewati suatu percabangan). Pembagian aliran fluida pada percabangan adalah suatu proses irreversibel. Irreversibelitas ini di dalam aplikasi teknik akan menurunkan unjuk kerja dari sistem. Upaya untuk mengetahui seberapa besar kerugian yang terjadi pada percabangan pipa adalah dengan mengukur koefisien kerugian yang terjadi. Bentuk eksperimen yang dilakukan adalah membuat tiga buah bentuk percabangan pipa *galvanic* jenis medium dengan sudut 45⁰, 60⁰ dan 90⁰. Dengan variasi Re dari 0 - 5,5 x 10⁴. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Koefisien kerugian untuk cabang $K_{3-2(45)} = K_{3-2(60)} = K_{3-2(90)} = (0,07-0,39)$ dan cabang $K_{3-1(45)} = (0,95-0,60)$, $K_{3-1(60)} = (1,08-0,85)$, $K_{3-1(90)} = (1,10-1,50)$, untuk koefisien kerugian total $K_{tot(45)} = (1,02-0,97)$, $K_{tot(60)} = (1,15-1,23)$, $K_{tot(90)} = (1,17-1,89)$.

Kata kunci : rugi tekanan mayor, rugi tekanan minor, irreversibel, koefisien kerugian.

PENDAHULUAN

Penelitian aliran dalam pipa (internal flow) dimulai oleh seorang maha guru dari Jerman tahun 1850, Julius Weisbach meneliti rugi pada hulu pipa, yang kemudian dilanjutkan oleh insinyur Perancis, Henry Darcy pada tahun 1857 yang melakukan eksperimen aliran pipa dan pertama kalinya mengungkap efek kekasaran pada hambatan pipa yang dikenal dengan persamaan Darcy-Weisbach. Kemudian Osborne Reynold melakukan eksperimen melalui pipa klasiknya pada tahun 1883 yang memperlihatkan pentingnya bilangan Reynolds dalam aliran fluida.

Pada saat ini teknologi semakin maju khususnya pada pengembangan bentuk bodi, para ahli dan ilmuwan selalu berusaha untuk mencari penemuan-penemuan baru pada bentuk bodi yang lebih aerodinamis, untuk mengurangi separasi dan drag, misal pada industri-industri Otomotif, Aeroplane dan perkapalan. Demikian juga pada industri yang banyak menggunakan instalasi perpipaan yang berfungsi untuk mengalirkan fluida ke tempat tujuan. Pada instalasi ini, banyak dipakai sambungan yang berfungsi untuk membelokan atau membagi aliran menjadi bercabang. Pembagian aliran fluida pada

percabangan sendiri adalah suatu proses irreversibel dimana irreversibilitas ini di dalam aplikasi teknik akan menurunkan unjuk kerja dari sistem. Selama fluida mengalir melalui pipa banyak terjadi rugi tekanan yang disebut rugi tekanan Major (*Major Head loss*) dan rugi tekanan Minor (*Minor Head loss*) (*Mechanical Engineering Laboratory Spring Quarter, 2003*). Kerugian major adalah rugi tekanan yang terjadi karena gesekan fluida dengan dinding pipa dan kerugian minor adalah kerugian akibat fluida melewati sambungan.

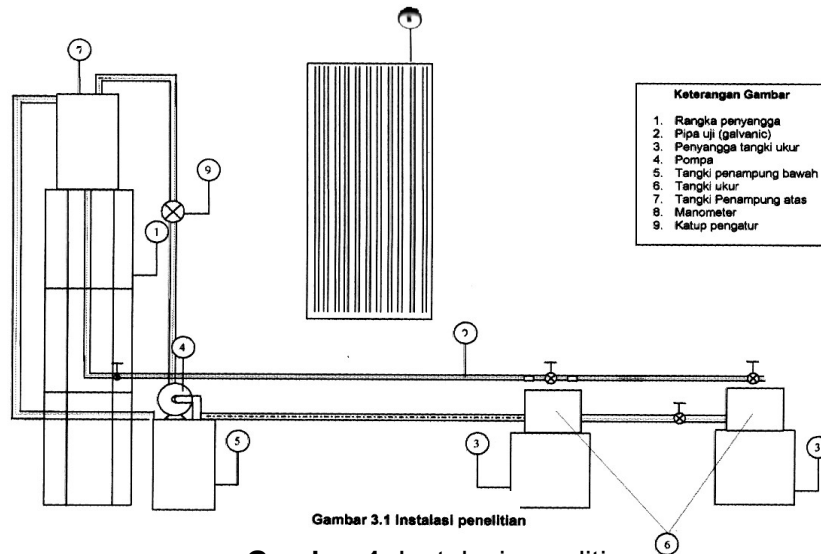
Aliran turbulen mempunyai koefisien gesek yang lebih tinggi dibandingkan dengan aliran laminar, tingginya koefisien gesek berpengaruh secara langsung pada besarnya penurunan tekanan dan pada akhirnya besarnya energi yang diperlukan untuk mengalirkan fluida (Indartono, 2006). Apabila fluida mengalir melalui suatu percabangan maka akan terjadi separasi yang mengakibatkan terjadinya kerugian tekan. Menurut (Dwiyantoro, 2004), Adanya percabangan pada aliran fluida *incompressible* berakibat terganggunya aliran karena adanya separasi yang menyebabkan kerugian dari tekanan total. Untuk Separasi dan Head loss pada pipa bengkok (*Study of the Separated and Total Losses in*

Bend) telah diteliti oleh (Salem et-all, 2003): Bahwa kerugian gesek mayor mempunyai pengaruh signifikan pada kerugian gesekan total ketika perbandingan bend curvatur radius (r) dibanding bend diameter (D) diatas 0,92 dan koefisien kerugian dan separasi paling besar jika arah aliran berubah secara tajam dan radius *curvature* sama dengan nol.

Separasi yang terjadi pada percabangan pipa mengakibatkan aliran menjadi turbulen, sehingga koefisien gesek menjadi tinggi dan menyebabkan penurunan tekanan yang akan berpengaruh pada energi yang dibutuhkan untuk Pompa. Seberapa besar pengaruh variasi sudut terhadap koefisien kerugian pada percabangan pipa. Untuk menjawab permasalahan diatas maka akan dilakukan penelitian dengan judul "Kaji Eksperimental Koefisien Kerugian Pada Percabangan Pipa dengan sudut 45° , 60° dan 90° ".

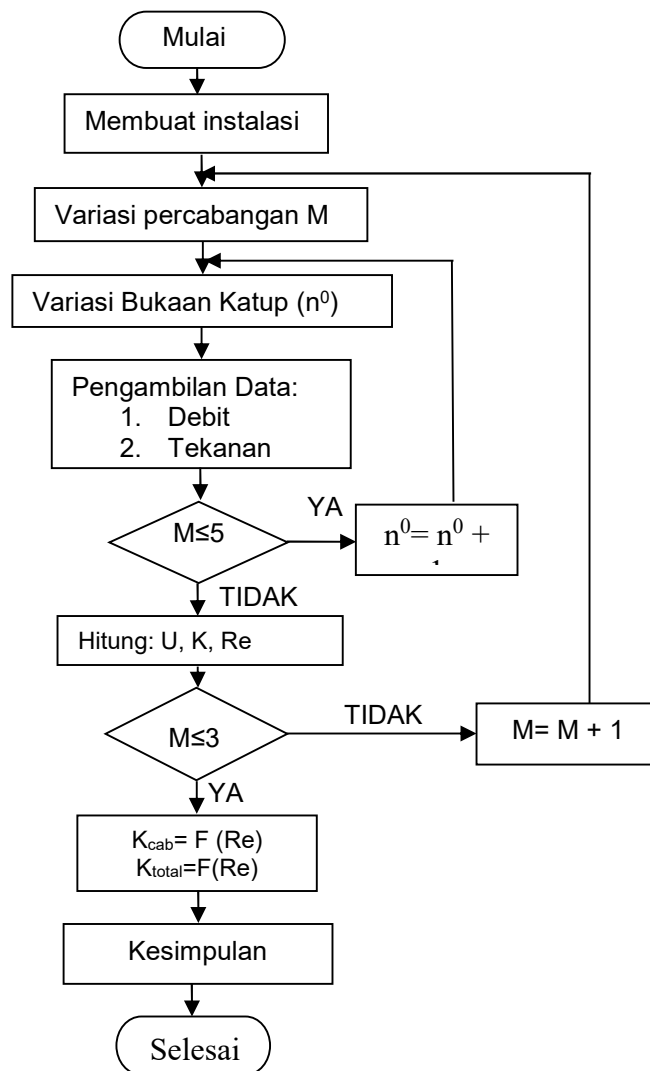
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Mekanika Fluida Universitas Lambung Mangkurat. Fluida yang digunakan adalah air. Peralatan instalasi yang digunakan: tangki air, pipa uji, pompa, katup, manometer papan, tabung pitot, tangki dengan skala ukur, stopwatch, termometer.



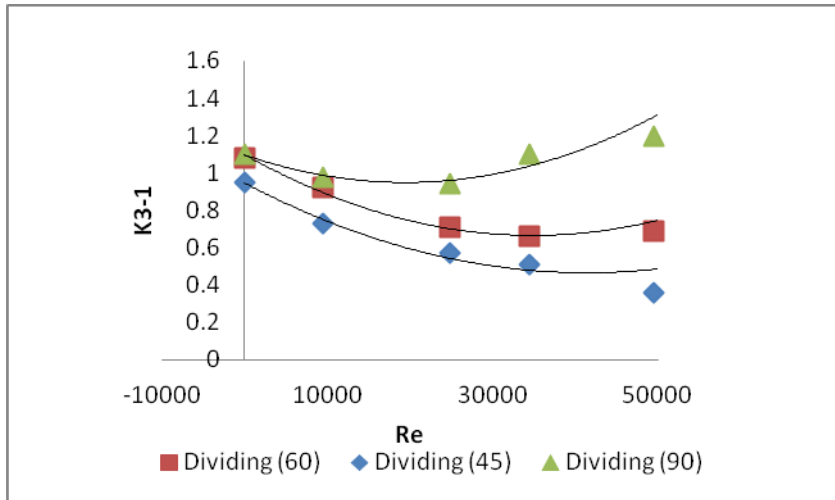
Gambar 1. Instalasi penelitian

DIAGRAM ALIR PENELITIAN

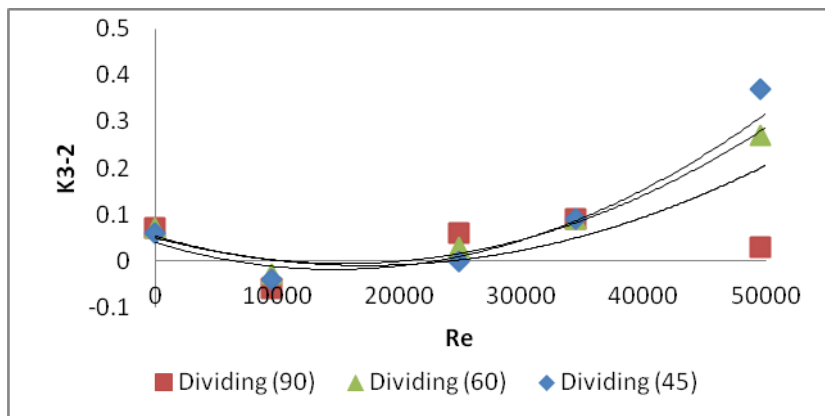


Gambar 2. Flowcart penelitian

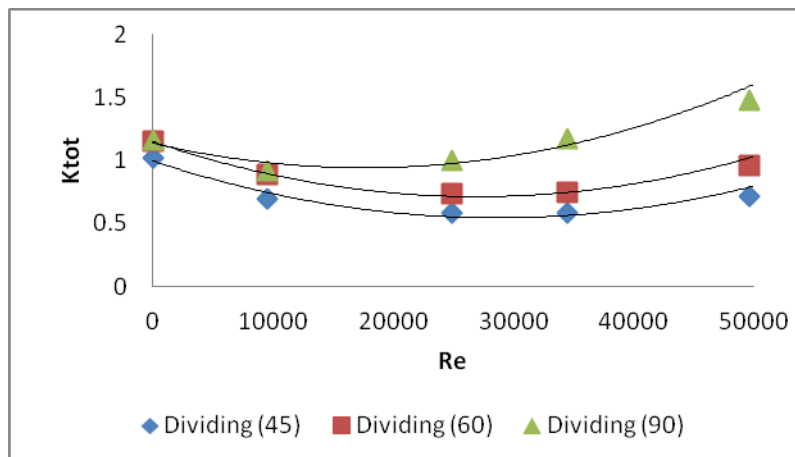
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Grafik Re terhadap koefisien kerugian (k_{3-1}) pada dividing 45° , 60° dan 90° .



Gambar 4. Grafik Re terhadap koefisien kerugian (k_{3-2}) pada dividing 45° , 60° dan 90° .



Gambar 5. Grafik Re terhadap koefisien kerugian total Pada dividing 45° , 60° dan 90° .

PEMBAHASAN

Bilangan Reynolds sebagai fungsi dari koefisien kerugian tiap cabang

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa “Semakin besar angka Re maka

K_{3-1} akan menurun sedang K_{3-2} akan semakin bertambah”. Hal ini disebabkan semakin besar bilangan Re maka hambatannya akan semakin berkurang.

Tabel 1. Hasil penelitian dan perhitungan secara teoritis nilai koefisien kerugian (K)

No.	Peneliti	Hasil		
		dividing 45 ⁰	Dividing 60 ⁰	Dividing 90 ⁰
1.	Donald S Miller	$K_{3-1}(0,9-0,5)$ $K_{3-2}(0,04-0,4)$	-	$K_{3-1}(0,95-1,3)$ $K_{3-2}(0,04-0,4)$
2.	Thomas Krist	$K_{3-1}(0,9-0,48)$ $K_{3-2}(0,04-0,33)$	-	$K_{3-1}(0,96-1,28)$ $K_{3-2}(0,05-0,35)$
3.	Sularso & Haruo Tahara	$K_{3-1}(0,89-0,47)$ $K_{3-2}(0,04-0,33)$	$K_{3-1}(0,98-0,75)$ $K_{3-2}(0,05-0,34)$	$K_{3-1}(0,96-1,29)$ $K_{3-2}(0,05-0,35)$
4.	Teoritis	$K_{3-1}(1-0,337)$ $K_{3-2}(0-0,5)$	$K_{3-1}(1-0,586)$ $K_{3-2}(0-0,5)$	$K_{3-1}(1-1,235)$ $K_{3-2}(0-0,5)$
5.	Hasil penelitian	$K_{3-1}(0,95-0,60)$ $K_{3-2}(0,06-0,37)$	$K_{3-1}(1,08-0,85)$ $K_{3-2}(0,07-0,38)$	$K_{3-1}(1,10-1,78)$ $K_{3-2}(0,07-0,027)$

Dari hasil penelitian yang diperoleh nilainya sudah mendekati, adapun perbedaan disebabkan :

- Jenis pipa uji yang digunakan dalam penelitian
- Jenis benda uji
- Teknologi
- Pengukuran yang kurang presisi akibat dari fluktuasi tekanan
- Variasi bilangan Re

Perbedaan hasil dengan perhitungan secara teoritis dan penelitian :

Dengan hasil perhitungan secara teoritis:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{K_{teoritis} - K_{aktual}}{K_{teoritis}} \times 100\% \\
 &= \frac{(1,00) - (0,95)}{(1,00)} \times 100\% \\
 &= 5\%
 \end{aligned}$$

Dengan penelitian lain :

$$= \frac{K_{penelitian} - K_{pembanding}}{K_{penelitian}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1,1) - (0,96)}{(1,1)} \times 100\% \\
 &= 12,72\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil eksperimen dapat disimpulkan bahwa koefisien kerugian pada percabangan akan semakin besar dengan bertambahnya sudut percabangan atau dengan kata lain $K_{3-1}(90^0) > K_{3-1}(60^0) > K_{3-1}(45^0)$, berbeda dengan koefisien cabang K_{3-2} yang cenderung mempunyai nilai hampir sama atau $K_{3-2}(45^0) \approx K_{3-2}(60^0) \approx K_{3-2}(90^0)$.

Koefisien kerugian total sebagai fungsi dari bilangan reynolds

Koefisien kerugian total adalah penjumlahan antara koefisien kerugian tiap cabang. Dari hasil penelitian menunjukkan hasil yang sedikit berbeda, tetapi tren grafik sudah menyerupai. Koefisien kerugian total paling besar diperoleh pada

dividing 90⁰, kemudian 60⁰ dan 45⁰. Hal ini disebabkan besarnya sudut percabangan yang mengakibatkan semakin besar tahanannya. Semakin besar sudut percabangan mengakibatkan semakin

besar kerugian tekanan yang mengakibatkan nilai koefisien akan bertambah besar. Dari hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan kesimpulan yang sama.

Tabel 2. Hasil penelitian dan perhitungan Koefisien Kerugian total (K_{tot})

No.	Peneliti	Hasil		
		Dividing 45 ⁰	Dividing 60 ⁰	Dividing 90 ⁰
1.	Donald S Miller	$K_{tot}(0,827-0,933)$	-	$K_{tot}(0,98-1,641)$
2.	Thomas Krist Sularso & Haruo	$K_{tot}(0,94-0,68)$	-	$K_{tot}(1,01-1,64)$
3.	Tahara	$K_{tot}(0,93-0,8)$	$K_{tot}(1,03-1,09)$	$K_{tot}(1,01-1,64)$
4.	Teoritis	$K_{tot}(1-0,837)$	$K_{tot}(1-1,086)$	$K_{tot}(1-1,735)$
5.	Hasil penelitian	$K_{tot}(1,02-0,96)$	$K_{tot}(1,14-1,23)$	$K_{tot}(1,17-2,05)$

KESIMPULAN

Berdasarkan pada analisis dan perhitungan yang dilakukan pada penelitian Kaji eksperimental koefisien kerugian pada percabangan pipa dengan sudut 45⁰, 60⁰ dan 90⁰ dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Koefisien kerugian untuk cabang $K_{3-2(45)} = K_{3-2(60)} = K_{3-2(90)} = (0,07-0,39)$.
2. Koefisien kerugian untuk cabang $K_{3-1(45)} = (0,95 - 0,60)$, $K_{3-1(60)} = (1,08 - 0,85)$, $K_{3-1(90)} = (1,10 - 1,50)$.
3. Koefisien kerugian total $K_{tot(45)} = (1,02 - 0,97)$, $K_{tot(60)} = (1,15 - 1,23)$, $K_{tot(90)} = (1,17 - 1,89)$.
4. Semakin besar bilangan Reynolds maka hambatan aliran akibat percabangan pipa akan berkurang.
5. Perbedaan hasil eksperimen dengan perhitungan secara teoritis

adalah sebesar 5%, sedangkan dengan penelitian lain sebesar 12,72%.

6. Koefisien kerugian pada percabangan akan semakin besar dengan bertambahnya sudut percabangan.

SARAN

Fenomena dari aliran fluida melalui percabangan pipa adalah menarik untuk dikaji masih banyak penelitian-penelitian yang bisa dikembangkan disini. Dari fenomena ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan fitting atau sambungan antara lain :

1. Menghindari percabangan pipa dengan sudut yang besar karena akan mengakibatkan tingginya nilai koefisien kerugian, yang pada

akhirnya berakibat pada banyaknya kehilangan tekanan (head) pada aliran.

2. Disarankan untuk menggunakan interval Re yang lebih besar sehingga diperoleh hasil penelitian yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abubaker A. Salem, Saib A. Yousif & Yasser F. Nassar, 2003, "*Study of the Separated and Total losses in Bends*", Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion, Bali, Indonesia.
2. Arip Dwiyanoro, B., 2004, "*Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Protituding (Tonjolan) pada Pipa lurus Bercabang 45⁰ dan 60⁰ terhadap distribusi kecepatan dan Tekanan Aliran*", ITS, Surabaya.
3. Bird R. B., Stewart W. E. & Lightfoot E. N., 1994, "*Transport Phenomena*", John Willey & Sons, Singapore, Toronto.
4. Dally James, W & Harleman Donald R. F., 1996. "*Fluid Dynamics*", Addison Wesley Publishing Company, inc.
5. MD Bassett, DE Winterbone & RJ Pearson, 2001, "*Calculation of steady flow pressure loss coefficients for pipe junctions*", Proc Instn Mech Engrs Vol 215 Part C.
6. Miller S. Donald., "*Internal Flow Sistem*", Vol-5, In the BHRA Fluid Engineering Series.
7. Sularso & Haruo Tahara, 2004, "*Pompa dan Kompresor*", PT Pradnya Paramita, Jakarta.
8. Schlichting Hermann, 1979. "*Boundary layer Theory*", MC Graw-Hill Book company, New York.
9. Setyo Indartono, Y., 2006, "*Meredam Turbulensi Membuat Air Mengalir (jauh) lebih cepat*", (online), (www.beritaiptek.com), di akses 12 juni 2006).
10. Thomas Krist, Dr. Ing., 1989, "*Hidraulika*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
11. White Frank M, 1994. "*Fluid Mechanics*", Third Edition, Mc Graw-hill Book Company, New York.