

## KAJI EKSPERIMENTAL KOEFISIEN KERUGIAN PADA PERCABANGAN PIPA DENGAN SUDUT 45<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup> DAN 90<sup>0</sup>

**Muchsin dan Rachmat Subagyo**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

Jl. Sukarno-Hatta Km.9 Tondo, Palu 94119

Email: muchsin1978@yahoo.com

### Abstract

*During fluid flow through the system piping installation happened many so-called pressure loss as the major pressure loss and minor pressure loss (loss due to fluid passing through a branching). Distribution of the fluid flow in branching is an irreversible process. This irreversibilitas in the application techniques will reduce the performance of a system. Attempts to find out how big the losses incurred by branching pipe is to measure the coefficient of losses incurred. The form of experiments performed was to make three pieces of pipe brnching angles galvanic type medium with 45<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup> and 90<sup>0</sup>. Re variation of 0 to 5,5 x 104. The results showed that the coefficient Of loss for k3-2 branch (45)= k3-2 (60)= K3-2 (90)= (0,07 to 0,39) and k3-1 branch (45)= (0,95- 0,60), K3-1 (60)= (1,08 to 0,85), K3-1 (90)= (1,10- 1,50), for a total coefficint Ktot (45)= (1,02 to 0,97), Ktot (60)= (1,15 to 1,23), Ktot (90)= (1,17 to 1,89).*

**Keyword :** *Pressure loss of major, minor pressure loss, irreversible, loss coefficient.*

### 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).

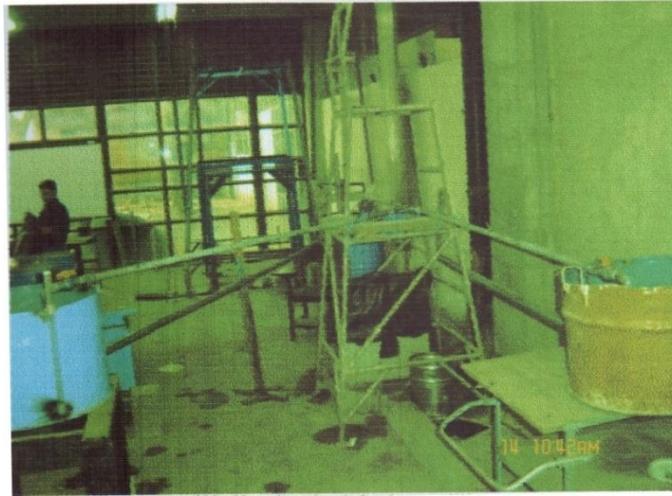
Apabila fluida mengalir melalui suatu percabangan maka akan terjadi separasi yang mengakibatkan terjadinya kerugian tekan. Menurut (Dwiyantoro, 2004), Adanya percabangan pada aliran fluida incompressible berakibat terganggunya aliran karena adanya separasi yang menyebabkan kerugian dari tekanan total.

Untuk Separasi dan Head loss pada pipa bengkok (*Study of the Separated and Total Losses in Bend*) telah diteliti oleh (Salem et-al, 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  $45^0$ ,  $60^0$  dan  $90^0$ ".

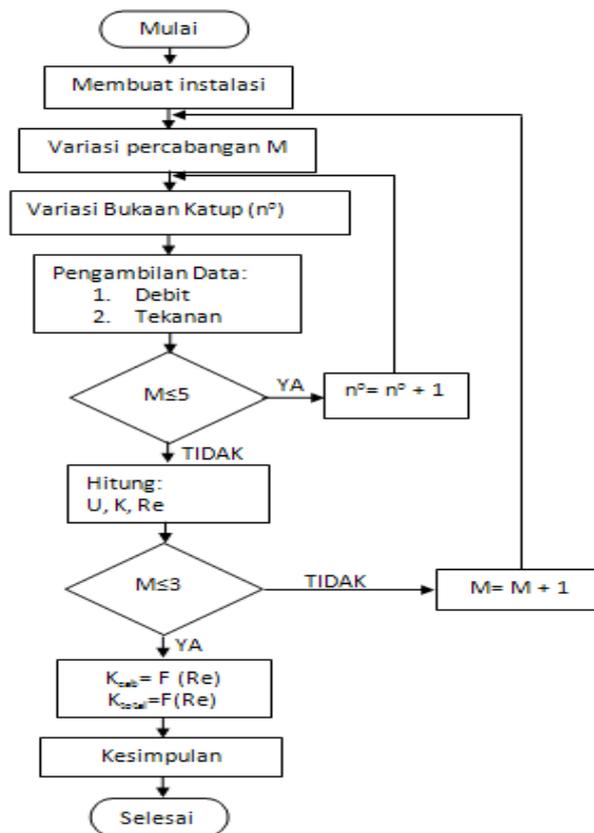
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Mekanika Fluida Universitas Hasanuddin, yang dilaksanakan dalam 3 (tiga) bulan. Pada bulan pertama dan kedua dilakukan identifikasi peralatan sampai instalasi dan instrumentasinya terpasang. Bulan ke tiga adalah pelaksanaan pengujian dan pelaporan. Instalasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



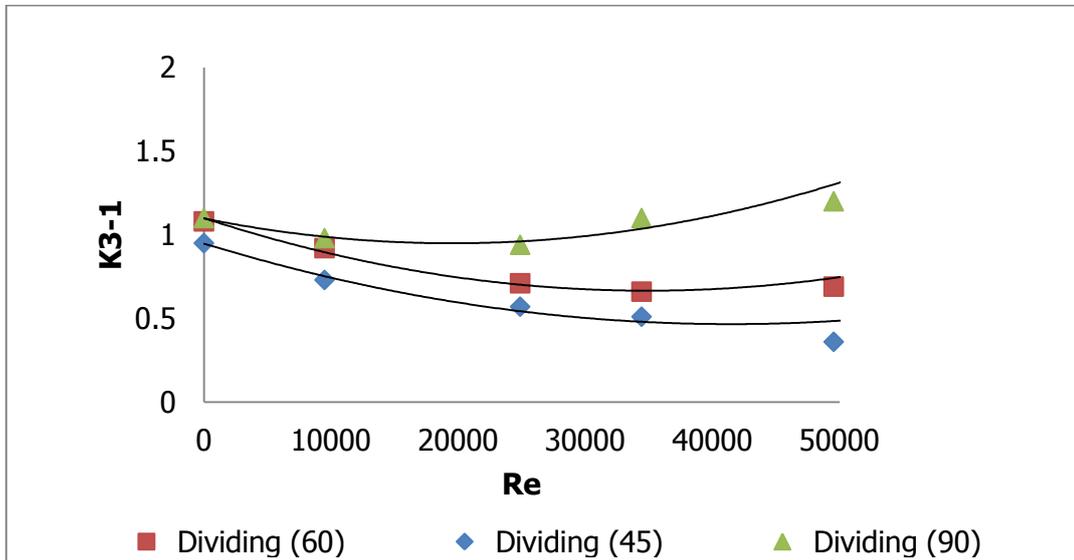
Gambar 1. Instalasi Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut :

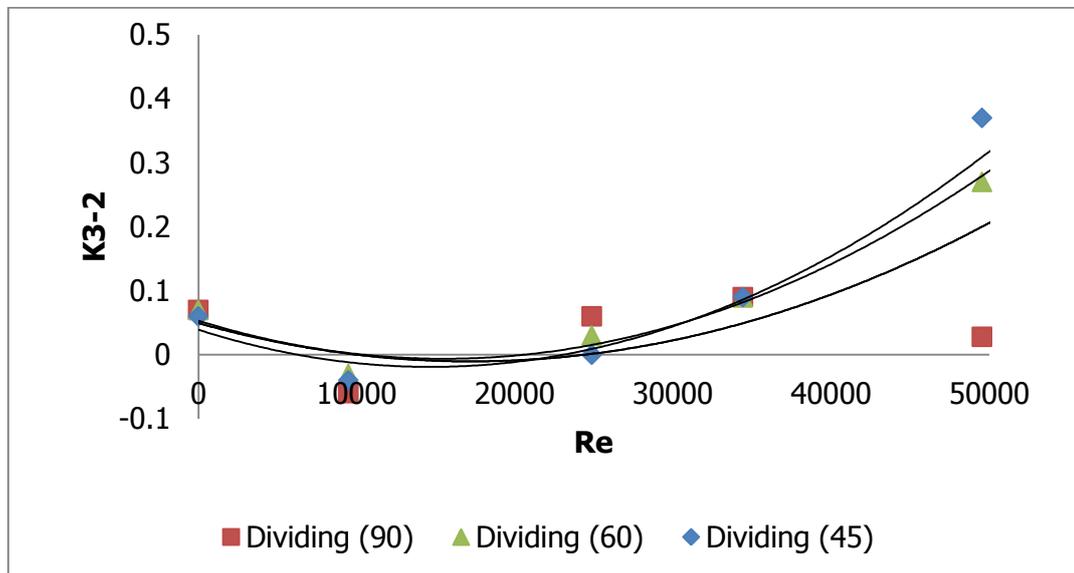


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

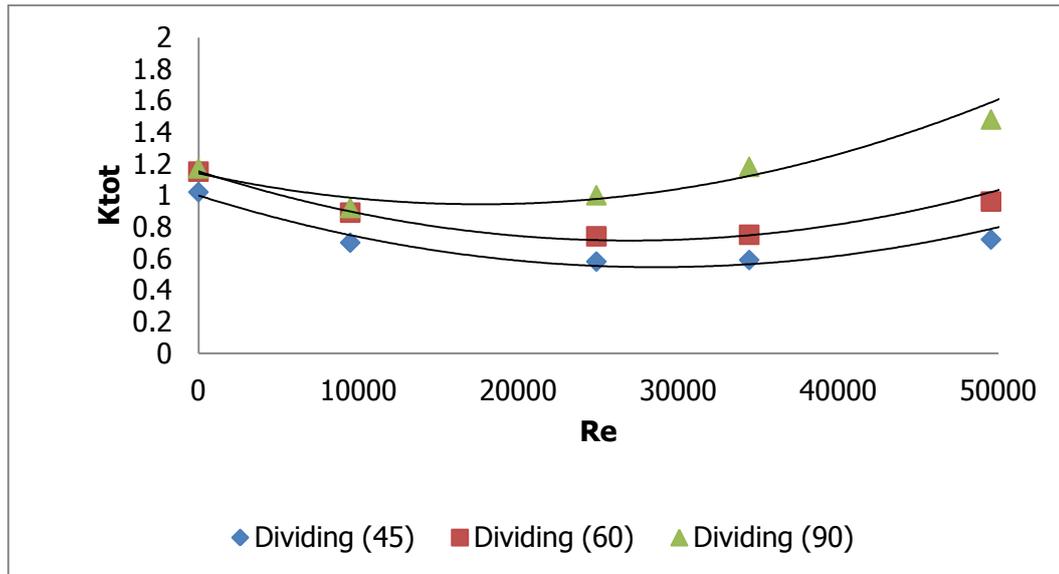
**HASIL DAN PEMBAHASAN**



**Gambar 3.** Grafik Re terhadap koefisien kerugian ( $k_{3-1}$ ) pada dividing  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ .



**Gambar 4.** Grafik Re terhadap koefisien kerugian ( $k_{3-2}$ ) pada dividing  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ .



Gambar 5. Grafik Re terhadap koefisien kerugian total pada dividing 45<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup>.

**1. Bilangan Reynolds Sebagai Fungsi Dari Koefisien Kerugian Tiap Cabang.**

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa "Semakin besar angka Re maka K<sub>3-1</sub> akan menurun sedang K<sub>32</sub>

akan semakin bertambah. Hal ini disebabkan semakin besar bilangan Re maka hambatannya akan semakin berkurang.

Tabel 1. Hasil Penelitian Dan Perhitungan Secara Teoritis

No	Peneliti	Hasil		
		Dividing 45	Dividing 60	Dividing 90
1	Donal S Miller	K <sub>3-1</sub> (0,9-0,5) K <sub>3-2</sub> (0,04-0,4)	-	K <sub>3-1</sub> (0,95-1,3) K <sub>3-2</sub> (0,04-0,4)
2	Thomas Krist	K <sub>3-1</sub> (0,9-0,48) K <sub>3-2</sub> (0,04-0,33)	-	K <sub>3-1</sub> (0,96-1,28) K <sub>3-2</sub> (0,05-0,36)
3	Sularso dan Haruo Tahara	K <sub>3-1</sub> (0,89-0,47) K <sub>3-2</sub> (0,04-0,33)	K <sub>3-1</sub> (0,98-0,75) K <sub>3-2</sub> (0,05-0,34)	K <sub>3-1</sub> (0,96-1,29) K <sub>3-2</sub> (0,05-0,354)
4	Teoritis	K <sub>3-1</sub> (1-0,337) K <sub>3-2</sub> (0-0,5)	K <sub>3-1</sub> (1-0,586) K <sub>3-2</sub> (0-0,5)	K <sub>3-1</sub> (1-1,235) K <sub>3-2</sub> (0-0,5)
5	Hasil Penelitian	K <sub>3-1</sub> (0,95-0,60) K <sub>3-2</sub> (0,06-0,37)	K <sub>3-1</sub> (1,08-0,85) K <sub>3-2</sub> (0,07-0,36)	K <sub>3-1</sub> (1,10-1,78) K <sub>3-2</sub> (0,07-0,027)

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini 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 :

$$= \frac{K_{teoritis} - K_{aktual}}{K_{teoritis}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,00 - 0,95}{1,00} \times 100\%$$

$$= 5 \%$$

- Dengan penelitian lain :

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

$$= \frac{1,10 - 0,96}{1,10} \times 100\%$$

$$= 12,72 \%$$

Dari hasil eksperimen diperoleh 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  $K_{3-2}(45^0) \approx K_{3-2}(60^0) \approx K_{3-2}(90^0)$ .

## 2. 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  $90^0$ , kemudian  $60^0$  dan  $45^0$ . 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 pernyataan yang sama.

**Tabel 2.** Hasil Penelitian Dan Perhitungan Secara Teoritis

No	Peneliti	Hasil		
		Dividing 45	Dividing 60	Dividing 90
1	Donal S Miller	$K_{tot}(0,827-0,933)$	-	$K_{tot}(0,98-1,641)$
2	Thomas Krist	$K_{tot}(0,94-0,68)$	-	$K_{tot}(1,01-1,64)$
3	Sularso dan Haruo Tahara	$K_{tot}(0,93-0,8)$	$K_{tot}(1,03-1,09)$	$K_{tot}(1,01-1,64)$
4	Teoritis	$K_{3-1}(1-0,837)$	$K_{tot}(1-1,086)$	$K_{tot}(1-1,735)$
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 dari penelitian Kaji eksperimental koefisien kerugian pada percabangan pipa dengan sudut 45<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup> maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil penelitian 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. 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.

**DAFTAR PUSTAKA**

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.

Arip Dwiyanoro, B., 2004, "Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Protituding (Tonjolan) pada Pipa lurus Bercabang 45<sup>0</sup> dan 60<sup>0</sup> terhadap distribusi kecepatan dan Tekanan Aliran, ITS, Surabaya.

Setyo Indartono, Y., 2006, "Meredam Turbulensi Membuat Air Mengalir (jauh) lebih cepat", (online), ([www.beritaiptek.com](http://www.beritaiptek.com), di akses 12 juni 2006).

White Frank M, 1994. "Fluid Mechanics", Third Edition, Mc Graw-hill Book Company, New York.