



Kaji Eksperimental Kerugian Aliran Fluida Pada Beberapa sudut Belokan

Ir.Daud Orba Topayung ,MT, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado
e-mail: dtopyung@gmail.com

Paul Rumagit,ST.,MT, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado
e-mail: rumagitpaul@gmail.com

Toban Tiku Pairunan,S.Si.,MT, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado
e-mail: pairunantoban36@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dengan judul Kaji Eksperimental Kerugian Aliran Fluida Pada Belokan 30°, 45°, 60° dan 90° adalah tinjauan tentang aliran fluida (air) dalam saluran tertutup, Aliran fluida (air) dalam saluran terbuka dan tertutup dipengaruhi oleh kondisi dari wadah dimana fluida tersebut mengalir. Salah satu bentuk pengaruh tersebut adalah terjadinya suatu kondisi yang umumnya dikenal dengan istilah kerugian aliran. Kondisi ini tentunya tidak diinginkan karena akan menyebabkan timbulnya permasalahan, secara teknis wujudnya adalah terjadi penurunan tekanan termasuk kecepatan dari aliran fluida. Untuk mengetahui kondisi nyata dari kerugian aliran tersebut, maka perlu dilakukan tahapan penelitian. Tahapan penelitian dilakukan dalam bentuk perancangan system, pengukuran, pengujian dan analisis data. Sistem dirancang dengan perangkat pompa, dimana fluida dipompa dari wadah penampungan, kemudian dialirkan memasuki daerah instalasi atau saluran tertutup yang dibuat dengan menggunakan pipa PVC ukuran ½” dan dilengkapi dengan alat ukur *Pressure Gauge* untuk mengukur tekanan dan *Flow meter* untuk mengukur debit aliran, menempatkan belokan dengan sudut 30, 45, 60 dan 90 derajat.. Indikasi terjadinya kerugian ditandai dengan penurunan tekanan yang terukur pada *pressure gate*, sedangkan indikasi terjadinya penurunan kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan dengan variabel input debit yang terukur dari *flow meter*.

Kata Kunci: *Aliran Fluida, Belokan, debit aliran*

1. PENDAHULUAN

Tekanan pada suatu aliran fluida adalah salah satu variabel penting yang perlu dipertimbangkan dengan baik dalam merancang instalasi suatu sistem penyediaan air bersih, sebab variabel ini akan berpengaruh langsung terhadap kelancaran aliran fluidanya. Kondisi instalasi yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan tekanan yaitu belokan, karena secara alami belokan akan menghambat kelancaran fluida untuk mengalir. Situasi belokan pada suatu

instalasi aliran fluida dapat diidentifikasi berdasarkan besaran sudut dari perubahan arah alirannya. Dengan mensimulasikan beberapa nilai besaran sudut dalam pengujian, maka dapat diketahui karakteristik aliran fluida saat mengalir melalui suatu belokan. Secara umum kondisi ini dikenal juga dengan istilah kerugian aliran.

Endang Mawarsih^[1] mengemukakan bahwa kerugian gesekan dalam pipa, untuk aliran fluida tak mampu mampat (*incompressible*), biasanya diambil asumsi (anggapan) bahwa kerapatan, viskositas dan temperatur tidak mengalami perubahan sehingga berat spesifiknya konstan. Untuk diameter dan panjang pipa tertentu, kerugian tekanan di dalam pipa disebabkan adanya efek gesekan sebagai fungsi bilangan Reynolds. Perubahan Bilangan Reynolds akan mengakibatkan/menimbulkan perubahan yang besar terhadap variasi tekanan aliran. Bilangan Reynolds didefinisikan sebagai perbandingan gaya-gaya inersia dengan gaya-gaya viskos fluida,

Ismet Eka Putra, dkk^[2] mengemukakan bahwa Pipa sebagai alat transportasi fluida dari tempat penampungan ke tempat pemakaian memerlukan instalasi perpipaan dengan berbagai ukuran diameter pipa. Dalam pembuatan instalasi pipa akan selalu ditemukan belokan yang akan mengakibatkan rugi aliran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rugi aliran pada belokan 45° dan 90° . Variabel yang tidak diteliti tapi dapat berpengaruh terhadap hasil penelitian (variable kontrol) antara lain : ukuran diameter pipa (m), luas pipa (m^2), dan debit air (m^3/det). Pengambilan data untuk mengukur rugi aliran pada penelitian ini adalah dengan cara mengukur selisih tinggi air dalam manometer. Data penelitian yang diperoleh adalah selisih manometer, debit air, kecepatan aliran, besar rugi aliran. Hasil pengukuran tersebut dianalisa dengan menggunakan rumus teoritis.

Nasaruddin Salam^[3] mengemukakan bahwa Pipa miter adalah suatu bentuk potongan-potongan pipa yang disambung-sambung sehingga membentuk lengkungan. Umumnya pipa miter ini digunakan pada temperatur dan tekanan yang tidak begitu tinggi. Contoh penggunaannya adalah pada instalasi perpipaan pendingin udara dan air bersih bangunan hotel dan gedung perkantoran serta industri, banyak menggunakan model pipa miter 90° . Pada saat aliran fluida melalui belokan 90° , akan menimbulkan kerugian head yang cukup besar, sehingga untuk mengatasinya adalah dengan membuat pembelokan secara bertahap sampai dengan mencapai belokan 90° . Hal inilah keunggulan pipa miter, namun yang menjadi pertanyaan, seberapa besar penurunan kerugian head aliran fluida pada setiap penambahan jumlah potongan pipa.

Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa makin besar jumlah potongan pipa maka koefisien kerugian dan kerugian head semakin kecil, sehingga dapat mengefisienkan pemakaian daya instalasi perpipaan.

Puji Rahayu, dkk^[4] mengemukakan bahwa Aliran fluida merupakan bagian ilmu mekanika fluida yang berperan penting dalam merancang sistem perpipaan. Perpipaan merupakan alat transportasi fluida yang banyak digunakan di industry. Fluida yang mengalir pada pipa akan mengalami kehilangan energi (head loss) yang diakibatkan adanya gesekan antara fluida dengan fluida dan fluida dengan pipa. Hilangnya energi pada fluida dalam sistem perpipaan dapat juga disebabkan karena lintasan pipa yang dilalui oleh fluida, seperti belokan pada pipa, penyempitan pada pipa (kontraksi), dan pembesaran pada pipa (ekspansi). Percobaan dilakukan dengan model perpipaan yang telah dirangkai. Hasil percobaan menunjukkan bahwa luas permukaan dari diameter pipa sebagai alat transportasi aliran bagi fluida sangat berpengaruh terhadap nilai head loss (H_f).

Rahmat Subagyo^[5] mengemukakan bahwa 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. Irreversibilitas 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.

2. METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini, Peralatan yang akan digunakan dibagi atas empat bagian yaitu:

1. Peralatan Instalasi jaringan Pipa
2. Peralatan Pompa Air
3. Peralatan Pengukur Kecepatan Aliran
4. Peralatan Pengukur Tekanan Pompa

Sistem Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Gambar Skema System Peralatan Pengukuran Debit aliran dan Tekanan

Setelah pembuatan instalasi penelitian rampung (*inklud pemasangan belokan yang telah dibuat*), kegiatan dilanjutkan dengan pengambilan data berupa pengukuran Tekanan dan Debit aliran air. Tahapan Pengukuran Tekanan dan Debit aliran air untuk setiap belokan sebagai berikut:

- 1) Memasang belokan 90° pada instalasi penelitian

- 2) mengisi wadah penampungan sesuai kebutuhan
- 3) membuka keran utama agar air dapat bersirkulasi saat pompa air dioperasikan
- 4) Mencatat/foto penunjukan Flowmeter area sebelum dan sesudah belokan (F1 & F2)
- 5) Menekan Switch-On Saklar pompa air dan mengaktifkan pengukur waktu (Stopwatch-HP)
- 6) Mencatat/foto penunjukan alat ukur tekanan aliran air (Pressure Gauge) pada area sebelum dan sesudah belokan (P1 & P2) setiap selang waktu 5 menit sebanyak 8 kali
- 7) Mencatat/foto penunjukan alat ukur volume aliran air (Flowmeter) pada area sebelum dan sesudah belokan (F1 & F2) setiap interval waktu 5 menit sebanyak 8 kali
- 8) Menekan Switch-Off-Saklar pompa air
- 9) mengulang tahapan 1, 4 s/d 8 untuk belokan 60°, 45° dan 30°

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

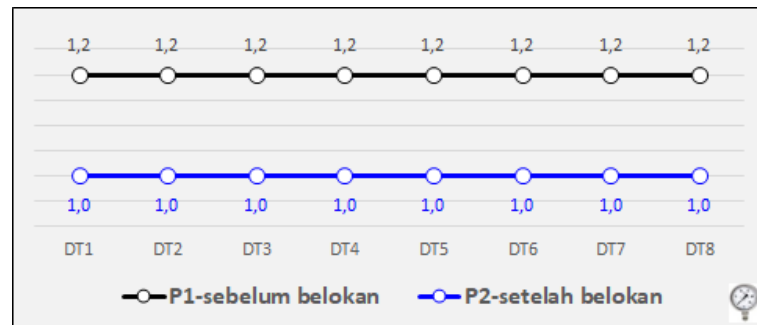
Setelah melalui tahapan Pengujian system, maka diperoleh data seperti pada [tabel-5.1](#) berikut yang merupakan hasil pengukuran tekanan dan debit aliran sebelum dan sesudah belokan dengan variasi belokan 90°, 60°, 45° dan 30°, ~~disajikan pada Tabel 5.1 sebagai berikut:~~

Tabel-5.1
Tekanan dan Debit aliran air sebelum & Sesudah belokan

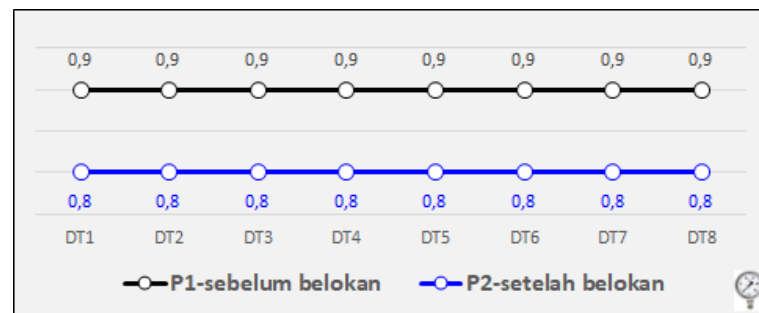
Belokan 90°				Belokan 60°			
No	P1	P2	Q1=Q2	No	P1	P2	Q1=Q2
1	1,2	1,0	260	1	0,9	0,8	285
2	1,2	1,0	260	2	0,9	0,8	285
3	1,2	1,0	260	3	0,9	0,8	285
4	1,2	1,0	260	4	0,9	0,8	285
5	1,2	1,0	260	5	0,9	0,8	285
6	1,2	1,0	260	6	0,9	0,8	285
7	1,2	1,0	260	7	0,9	0,8	285
8	1,2	1,0	260	8	0,9	0,8	285
Belokan 45°				Belokan 30°			
No	P1	P2	Q1=Q2	No	P1	P2	Q1=Q2
1	0,8	0,7	300	1	0,7	0,6	325
2	0,8	0,7	300	2	0,7	0,6	325
3	0,8	0,7	300	3	0,7	0,6	325
4	0,8	0,7	300	4	0,7	0,6	325
5	0,8	0,7	300	5	0,7	0,6	325
6	0,8	0,7	300	6	0,7	0,6	325
7	0,8	0,7	300	7	0,7	0,6	325
8	0,8	0,7	300	8	0,7	0,6	325

Untuk melengkapi penyajian data tabel tersebut di atas, berikut disajikan pula data hasil pengukuran tekanan dan debit aliran air untuk setiap variasi belokan dalam bentuk grafik, rinciannya adalah sebagai berikut:

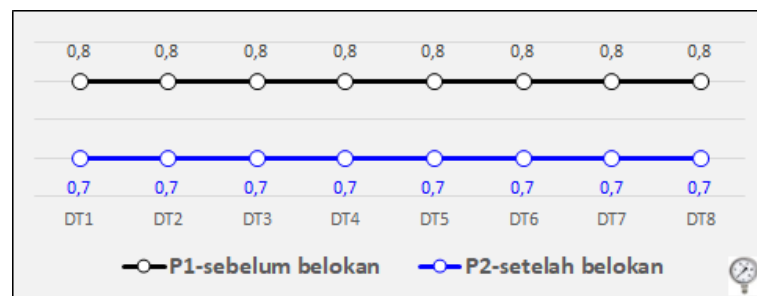
- Grafik-5.1 (a s/d d) menyajikan data hasil pengukuran tekanan aliran air,
- Grafik-5.2 menyajikan data hasil perhitungan penurunan tekanan aliran air
- Grafik 5-3 menyajikan data hasil pengukuran debit aliran air.



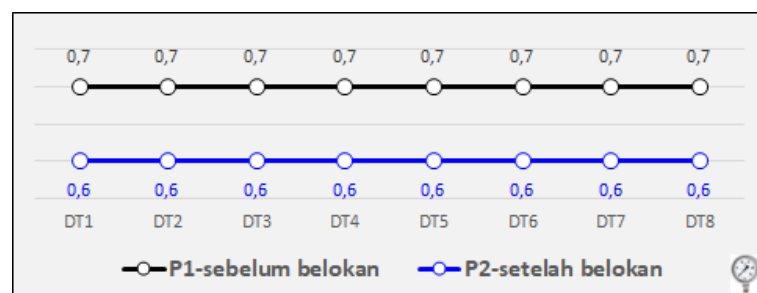
Grafik-5.1a Tekanan aliran air (kg/cm²) belokan 90°



Grafik-5.1b Tekanan aliran air (kg/cm²) belokan 60°



Grafik-5.1c Tekanan aliran air (kg/cm²) belokan 45°



Grafik-5.1d Tekanan aliran air (kg/cm²) belokan 30°

Dari Tabel-5.1 dan Grafik-5.1 (a s/d d), kondisi tekanan aliran air sebelum dan sesudah belokan (P1 & P2) untuk setiap variasi sudut belokan, masing-masing:

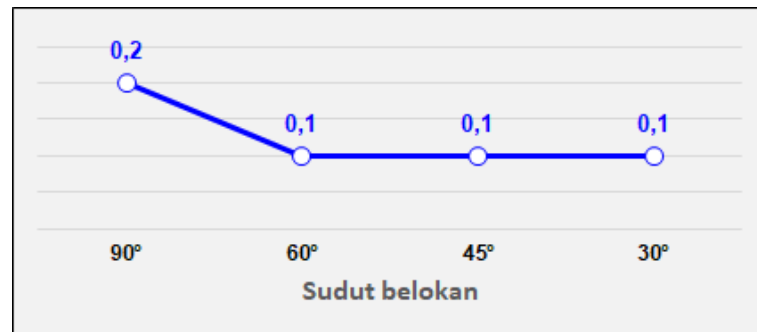
$\angle 90^\circ$ P1 = 1,2 kg/cm² dan P2 = 1,0 kg/cm²

$\angle 60^\circ$ P1 = 0,9 kg/cm² dan P2 = 0,8 kg/cm²

$\angle 45^\circ$ P1 = 0,8 kg/cm² dan P2 = 0,7 kg/cm²

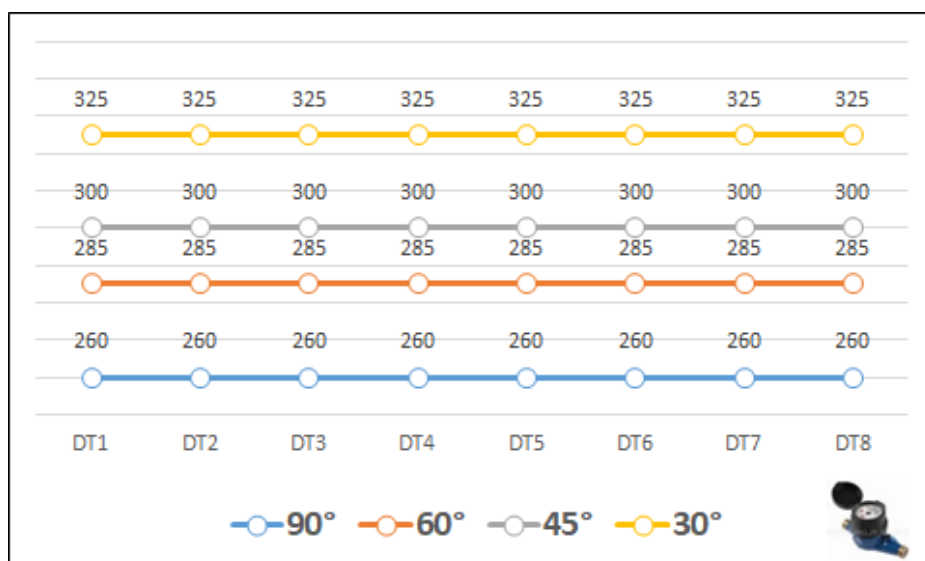
$\angle 30^\circ$ P1 = 0,7 kg/cm² dan P2 = 0,6 kg/cm²

Kondisi yang teramati atau diperoleh adalah: semakin besar sudut belokan, tekanan aliran air yang terukur semakin besar.



Grafik-5.3 Penurunan tekanan aliran air/minor head loses (kg/cm²) pada setiap belokan

Nilai yang tertera pada Grafik-5.3 adalah merupakan selisih atau penurunan tekanan aliran air pada kondisi sebelum dan sesudah belokan. Pendekatan atau persamaannya adalah $\Delta P = P1 - P2$. Sebagai contoh, jika digunakan data hasil pengukuran pada belokan 90° yang tertera pada Tabel-5.1 dan Grafik-5.1a, diperoleh $\Delta P = 1,2 - 1,0 = 0,2 \text{ kg/cm}^2$



Grafik-5.4 Volume aliran air (m³) pada setiap variasi belokan

Dari Tabel-5.1 dan Grafik-5.4, kondisi volume aliran air sebelum dan sesudah belokan (Q1 & Q2) untuk setiap variasi sudut belokan, masing-masing:

$$\angle 90^\circ Q1 = Q2 = 260 \text{ m}^3$$

$$\angle 60^\circ Q1 = Q2 = 285 \text{ m}^3$$

$$\angle 45^\circ Q1 = Q2 = 300 \text{ m}^3$$

$$\angle 30^\circ Q1 = Q2 = 325 \text{ m}^3$$

Kondisi yang teramati atau diperoleh adalah: Semakin besar sudut belokan, maka volume aliran air yang terukur semakin kecil dan dari gambar-5.2 dapat diketahui bahwa Jarak vertikal sisi belokan saluran (X) belokan $\angle 90^\circ >$ belokan $\angle 60^\circ >$ belokan $\angle 45^\circ >$ belokan $\angle 30^\circ$, sehingga untuk volume aliran air kondisinya adalah belokan $\angle 90^\circ <$ belokan $\angle 60^\circ <$ belokan $\angle 45^\circ <$ belokan $\angle 30^\circ$

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai kerugian aliran atau penurunan tekanan yang diakibatkan oleh belokan ($\Delta P = P1 - P2$), masing-masing: untuk belokan 90° , $\Delta P = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ dan untuk belokan 60° , 45° dan 30° , $\Delta P = 0,1 \text{ kg/cm}^2$. [Umumnya instalasi pemipaan air bersih, baik pada bangunan publik maupun bangunan skala rumah tangga yang menggunakan bahan PVC dengan ukuran \$\frac{1}{2}\$ " menggunakan belokan \$90^\circ\$](#)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terlaksananya penelitian dan penulisan hasilnya ke dalam artikel ini, diucapkan terima kasih kepada

- Direktur beserta para Wakil Direktur Politeknik Negeri Manado
- Kepala P3M beserta para Reviewer Penelitian Internal Politeknik Negeri Manado
- Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado
- Rekan dosen yang tergabung sebagai anggota tim peneliti, Sdr. Paul M. Rumagit, ST., MT dan Toban Tiku Pairunan, S.Si., MT serta pihak lain yang telah memberikan kontribusi dan kerja sama yang baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Endang Mawarsih, (2012), Aplikasi Matematis Terhadap Pengaruh Kerugian Gesekan Dalam Pipa Terhadap Debit Aliran Fluida, Jurnal Fisika FLUX, Vol. 9 No.2, (144 – 150)

- [2]. Ismet Eka Putra dkk, (2017), Analisa Rugi Aliran (*Head Losses*) pada Belokan Pipa PVC, ITP Press. All rights reserved, DOI 10.21063/PIMIMD4.2017.34-39
- [3]. Nasaruddin Salam, Pengaruh Potongan Pipa Pada Pipa Miter 90 Terhadap Kerugian Head Aliran Fluida
- [4]. Nurnawaty., dan Sumardi., (2020), Analisis Perubahan Tinggi Tekanan Akibat Sudut Belokan 90° DAN 45° Dengan Menggunakan Fluid Friction Apparatus, Jurnal Teknik Hidro Volume 13 Nomor 1, P/E-ISSN : 1979 9764 28
- [5]. Pratikto dan Slamet Wahyudi., (2020), Penurunan Kerugian Head pada Belokan Pipa dengan Peletakan Tube Bundle, Jurnal Teknik Mesin Vol. 12, No. 1, : 51–57
- [6]. Puji Rahayu dkk, Pengaruh Diameter Pipa Pada Aliran Fluida Terhadap Nilai Head Loss
- [7]. Rahmat Subagyo, (2021), Kaji Eksperimental Koefisien Kerugian Pada Percabangan Pipa Dengan Sudut 45°, 60° & 90° JURNAL AGITASI E-ISSN 2776-513X Vol 2 No 1
- [8]. Safaruddin., Mahmuddin., Arjal Tando., (2022), Karakteristik Tekanan Aliran Yang Melewati Belokan Pipa Vertikal Pada Arah Radial dan Tangensial Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME), Vol. 1 No. 1 Hal. 25-32
- [9]. Tia Setiawan., Slamet Riyadi., Bayu Faisal Nugraha., (2023) Program Studi Teknik Mesin JITTER (Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan) Volume 9, No 2