

# Analisa Perbandingan Kerugian Aliran (*Losses*) pada Pipa Jenis HDPE dan Galvanis (Studi Eksperimen)

Izhary Siregar

Mekanisasi Perikanan  
Politeknik Kelautan dan Perikanan  
Sidoarjo, Indonesia  
[arie060pasendeng@gmail.com](mailto:arie060pasendeng@gmail.com)

Alfi Tranggono Agus Salim

Teknik Perkeretaapian  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
[alfitranggono@pnm.ac.id](mailto:alfitranggono@pnm.ac.id)

**Abstrak**— Penerapan prinsip-prinsip mekanika fluida saluran tertutup dapat dijumpai pada jaringan pipa air minum pada perumahan, jaringan pipa industri, maupun bidang keteknikan lainnya. Namun dalam penggunaannya selalu terjadi kerugian energi pengaliran. Dengan mengetahui kerugian energi pada suatu sistem instalasi pipa, akan sangat menentukan tingkat efisiensi penggunaan energi itu sendiri. Penelitian ini akan mengkaji *head losses* atau kerugian energi pengaliran yang terjadi pada sebuah instalasi perpipaan dengan menggunakan pipa jenis HDPE (fleksibel) dan pipa Galvanis atau pipa besi. Penelitian ini dilakukan dengan sistem instalasi perpipaan yang dibuat sepanjang 7 meter tanpa ada beda ketinggian (*elevasi*) dan jalur belokan yang sama. Data hasil eksperimen memperlihatkan bahwa total kerugian aliran (*minor dan mayor losses*) pada pipa HDPE sebesar 1,22 m dan pada pipa Galvanis sebesar 1,95 m. Sementara itu, untuk perubahan tekanan aliran yang terjadi akibat belokan yaitu sebesar 101310,72 Pa pada pipa HDPE dan 101319,42 Pa untuk pipa Galvanis.

**Kata kunci**— Saluran tertutup,; Pipa HDPE dan Galvanis; Kerugian Aliran

## I. PENDAHULUAN

Bentuk-bentuk kerugian energi pada aliran fluida antara lain dijumpai pada aliran dalam pipa. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, percabangan pipa dan kerugian-kerugian khusus lainnya. Dengan mengetahui kehilangan atau kerugian energi dalam suatu sistem atau instalasi perpipaan yang memanfaatkan fluida mengalir sebagai media, efisiensi penggunaan energi dapat ditingkatkan sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Salah satu bagian dari instalasi perpipaan yang dapat menyebabkan kerugian-kerugian adalah gesekan pada dinding pipa maupun belokan pipa. Kualitas pipa dan *fitting* kecuali ditentukan berdasarkan kualitas fisik berupa tampilan warna, dimensi, sistem koneksi (ulir atau *flange*) dan lain sebagainya ditentukan pula oleh *head losses* apabila dialiri fluida. Semakin besar *head losses* semakin berkurang kualitas efisiensi perpipaan dan *fitting* tersebut.

Dalam pendistribusian air yang melewati sambungan/belokan pipa sangat banyak ditemukan baik di industri ataupun di perumahan. Kualitas fisik dapat mudah dikenali oleh konsumen, namun *head losses* harus dilakukan

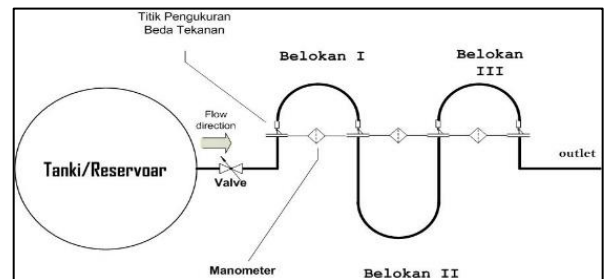
penelitian laboratoris (Edi Suhariono: 2008). Besarnya *losses* pada sambungan maupun belokan pipa tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti : jenis pipa, debit, viskositas, dan sudut pada sambungan belokan pipa tersebut.

## II. METODOLOGI

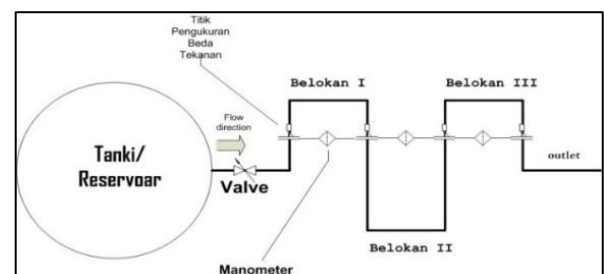
Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui studi literatur maupun observasi (pengamatan langsung). Pada pengujian ini, fluida dialirkan dari tangki/reservoir dengan volume pengaliran yang konstan untuk kedua jenis pipa yaitu Galvanis dan HDPE dengan diameter juga bernilai konstan yaitu  $\frac{3}{4}$  inci serta panjang instalasi pipa 7 m.

### A. Skema Pengujian

Model pengujian secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengujian pipa HDPE



Gambar 2. Skema pengujian pipa Galvanis

Sistem pengaliran dilakukan dengan membuka katup /valve pada reservoir. Fluida akan melewati tiga (3) buah belokan guna mengetahui *losses* yang terjadi akibat belokan tersebut.

## B. Variabel Pengujian

### a. Mayor losses

Untuk menghitung besarnya *major losses* digunakan Persamaan Hazen – Williams (persamaan 1) juga dapat digunakan untuk menentukan kehilangan energi yang primer :

$$hf = \frac{10,666 \times Q^2 \times L}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \dots\dots (\text{pers.1})$$

Dimana :

- $hf$  = koef. kehilangan energi primer ( $m$ )
- $L$  = panjang pipa ( $m$ )
- $C$  = koefisien Hazen-Williams
- $D$  = diameter pipa ( $m$ )
- $Q$  = debit aliran ( $m^3/dtk$ )

### b. Minor losses

Untuk belokan lengkung sering dipakai rumus Fuller (persamaan 2), dinyatakan sebagai berikut :

$$k_{kb} = \left[ 0,031 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \dots\dots(\text{pers.2})$$

Dimana :

- $k_{kb}$  = koef. kehilangan energi pada belokan ( $m$ )
- $\theta$  = sudut belokan (derajat)

### c. Kehilangan energi tekanan

Untuk mengetahui besarnya perubahan tekanan setelah melewati belokan pada jaringan pipa digunakan alat ukur manometer U dengan perhitungan persamaan 3.

$$P_A = P_{am} + h_2 \gamma_2 - h_1 \gamma_1 \dots\dots(\text{pers. 3})$$

Dimana :

- $p_A$  = Tekanan di suatu titik ( $N/m^2$ )
- $p_{am}$  = Tekanan atmosfer ( $N/m^2$ )
- $h_1$  = beda tinggi fluida 1 dan 2 ( $m$ )
- $h_2$  = beda tinggi fluida 2 dan atmosfer ( $m$ )
- $\gamma_{1,2}$  = berat jenis fluida 1 dan 2 ( $kg/m^3$ )

## C. Peralatan Pengujian

Peralatan pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Manometer U
2. Stopwatch
3. Meteran
4. Tabung Volumetrik
5. Currentmeter

## D. Prosedur Pengujian

Penelitian ini dilakukan dengan model instalasi seperti yang ditunjukkan Gambar 2 dengan dua jenis pipa yaitu HDPE dan Galvanis. Setelah semua terpasang buka katup reservoir dengan volume pengaliran sebesar 30 liter. Lihat dan catat perbedaan ketinggian fluida (petroleum/bensin dengan air) yang ditunjukkan manometer U ( $h_1$  dan  $h_2$ ). Selanjutnya, catat waktu yang dibutuhkan untuk menampung air sampai dengan 30 liter pada bagian *outlet* pipa untuk menghitung debit aliran. Hitung rugi-rugi aliran baik *major* maupun *minor losses* yang terjadi.



Gambar 3. Model instalasi jaringan pipa (a) pipa Galvanis (b) pipa HDPE

## III. HASIL DAN ANALISA

Melalui studi penelitian yang telah dilakukan tentang karakteristik aliran yang melalui dua jenis pipa, maka hasil analisa pengujian ditampilkan dan dibahas dalam beberapa sub bab melalui parameter berikut.

### A. Kerugian aliran primer (*major losses*)

Hasil pengujian dan perhitungan kerugian aliran primer ( $h_f$ ) yang melewati pipa HDPE dan Galvanis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kerugian aliran primer

Jenis pipa	Diameter pipa ( $m$ )	Panjang Pipa ( $m$ )	Koefisien kekasaran pipa	$h_f$ ( $m$ )
HDPE	0,019	7	120	1,83
Galvanis	0,019	7	140	1,08

Dari Tabel 1 hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa kerugian primer pada pipa HDPE lebih besar dibandingkan pipa Galvanis. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh koefisien kekasaran permukaan dalam pipa yang merupakan salah satu efek dalam menghambat laju aliran. Pipa HDPE memiliki permukaan/penampang dalam yang lebih kasar dibandingkan dengan pipa Galvanis sehingga kerugian alirannya lebih besar.

### B. Kerugian aliran akibat Perubahan Tekanan ( $P$ )

Hasil pengujian dan perhitungan perubahan tekanan aliran yang melewati setiap belokan (Gambar 4) pada pipa HDPE dan Galvanis dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

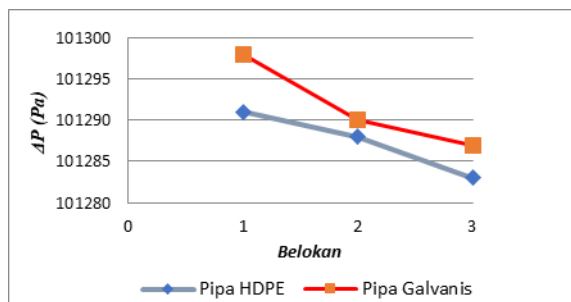
Tabel 2. Hasil Pengujian kerugian aliran akibat perubahan tekanan pada belokan pada pipa HDPE

Belokan	Berat Jenis Air, $\gamma_1$ ( $kg/m^3$ )	Berat Jenis Bensin, $\gamma_2$ ( $kg/m^3$ )	$h_1$ ( $mm$ )	$h_2$ ( $mm$ )	$P$ ( $Pa$ )
I	998	745	75	65	101291
II	998	745	52	48	101288
III	998	745	48	42	101283

Tabel 3. Hasil Pengujian kerugian aliran akibat perubahan tekanan pada belokan pada pipa Galvanis

Belokan	Berat Jenis Air, $\gamma_1$ ( $kg/m^3$ )	Berat Jenis Bensin, $\gamma_2$ ( $kg/m^3$ )	$h_1$ ( $mm$ )	$h_2$ ( $mm$ )	$\Delta P$ ( $Pa$ )
I	998	745	100	85	101298
II	998	745	70	65	101290
III	998	745	60	45	101287

Dari hasil pengujian perubahan tekanan terlihat bahwa pipa HDPE memiliki perubahan tekanan,  $\Delta P$  yang tidak terlalu signifikan dibandingkan pipa Galvanis pada 3 belokan tersebut. Hal ini juga ditunjukkan oleh grafik hubungan perubahan terhadap jumlah belokan pipa pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perubahan tekanan terhadap jumlah belokan

Perubahan tekanan aliran juga dapat dipengaruhi kekasaran penampang pipa dan sudut belokan yang dilalui aliran tersebut. Dilain sisi, jika dikaji dari sudut belokan kedua jenis pipa tersebut, pipa Galvanis memiliki sudut  $90^\circ$  (lebih tajam) sehingga memiliki perubahan tekanan pada belokan lebih besar. Sementara pipa HDPE memiliki belokan yang lebih landai (seperti profil U) sehingga perubahan tekanannya lebih kecil.

#### C. Analisa kecepatan aliran pada outlet pipa

Dalam pengambilan data kecepatan aliran digunakan currentmeter yang diukur pada outlet pipa. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran kecepatan aliran

Jenis pipa	Diameter pipa (m)	Panjang Pipa (m)	Kecepatan aliran rata-rata, $v$ (m/s)
HDPE	0,019	7	1,12
Galvanis	0,019	7	1,47

Dari hasil pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa kecepatan aliran air yang melewati pipa Galvanis lebih besar dari pipa HDPE. Hal ini juga tidak terlepas dari pengaruh kekasaran penampang pipa itu sendiri. Semakin halus permukaannya, semakin kecil aliran mengalami hambatan.

## KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen analisa perbandingan kerugian aliran pada jenis pipa HDPE dan Galvanis terhadap, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Kerugian aliran sangat berpengaruh terhadap koefisien kekasaran penampang pipa sehingga menyebabkan aliran semakin besar menerima hambatan.
2. Data hasil eksperimen juga memperlihatkan bahwa adanya perubahan tekanan aliran dari setiap titik belokan. Pada pipa HDPE perubahan tekanannya lebih rendah dari pipa Galvanis. Namun, pipa Galvanis masih cenderung memiliki nilai tekanan yang lebih besar yaitu 101287 Pa sementara pipa HDPE 101283 Pa. Sudut belokan pada pipa Galvanis yang lebih tajam memang berpengaruh besar terhadap perubahan tekanannya, akan tetapi kekasaran penampangnya lebih kecil sehingga tekanan alirannya masih cukup besar.
3. Dalam sistem instalasi perpipaan saat ini, pipa HDPE sudah banyak digunakan oleh beberapa perusahaan air minum dan industri, karena memiliki kelebihan yaitu materialnya yang lentur sehingga mudah melewati jalur instalasi yang sulit dijangkau. Namun, pada hasil pengujian terkait kerugian aliran, pipa ini masih memiliki losses yang tinggi akibat permukaan penampangnya masih kasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zainuddin, 2017. Analisa Pengaruh Sambungan Pada Pipa Terhadap Head Losses Aliran. ISSN : 2888 – 088X. Universitas Mataram
- [2] N. Lutfi, 2012. Perhitungan Laju Aliran Fluida Pada Jaringan Pipa. ISSN:1693-3451. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [3] Waspodo, 2011. Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. JTS Vol. 14. Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- [4] Edi Suhariono, 2008. Studi Karakteristik Aliran pada Saluran Tertutup di Lab UIKA. JTS Vol. 8 hal ; 101-113. UIKA Bogor.
- [5] Triatmojo, Bambang. 2006. Hidrolika II. Yogyakarta : Biro penerbit UGM.
- [6] Munson, 1998. Mekanika Fluida Jilid 2. Jakarta ; Penerbit Erlangga.
- [7] Olson, 1993. Dasar-Dasar Mekanika Fluida Ed. Kelima. Jakarta ; Gramedia Pustaka.

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***