

## PENGARUH HEAD LOSES ALIRAN PIPA AIR PADA PERUSAHAAN AIR KEDUNGLO

**Yonky Fajar Saputra**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Wahidiyah  
yonkyfs@gmail.com

**Rino Imanda**

Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Wahidiyah  
rino.imanda@gmail.com

### Abstrak

Pada kegiatan pengisian air di Perusahaan Air Kedunglo banyak sekali proses yang di lewati mulai dari penampungan utama air hingga proses pengisian air pada galon. Dalam proses aliran air, volume air yang masuk tidak sama dengan volume air yang keluar melalui pipa dan nozzle air. Dalam penelitian ini akan dikemukakan berbagai faktor yang menyebabkan volume air masuk tidak sama dengan volume air yang keluar dengan nama lain nilai kerugian aliran air dengan menggunakan beberapa variabel dalam proses penelitian dan perhitungannya. Dari hasil percobaan dan analisa bahwa terdapat beberapa faktor terjadinya kerugian pada aliran air. Kerugian tersebut adalah kerugian mayor dan kerugian minor dengan hasil kerugian menggunakan bukaan 1 katub sebesar  $0.0001190 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan menggunakan bukaan 2 katub sebesar  $0.0001333 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Kata Kunci:** Rugi Mayor, Rugi Minor, Aliran Air

### PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu jenis fluida yang dapat mengalir dan bisa menyesuaikan diri dengan bentuk media atau wadah yang ditempati, hal ini karena fluida tersebut bersifat tidak dapat menahan gaya yang bersinggungan dengan permukaannya. Hal ini terjadi karena fluida memiliki tegangan geser terhadap permukaan yang ditempatinya (Resnick 2012).

Dalam memenuhi kebutuhan perseorangan dan juga kebutuhan perindustrian tentang penggunaan air bersih, maka dibutuhkan sarana atau alat untuk mendistribusikan air tersebut. Pipa merupakan sarana fluida yang efektif dan efisien. Instalasi pipa sebagai alat transportasi air dari sumber air menuju ke tempat penggunaan air dapat menggunakan berbagai macam jenis, ukuran diameter pipa serta jenis material yang digunakan sesuai dengan kondisi pemakaiannya, baja, plastik, PVC, tembaga, kuningan dan lain sebagainya (Masyuda 2018).

Instalasi perpipaan air menggunakan pipa besi atau galvanis, pipa galvanis lebih kuat terhadap temperatur tinggi, tidak mudah pecah, dan relatif mudah dipasang serta tahan lama. Pada umumnya sistem yang digunakan yaitu instalasi sederhana berbentuk tunggal dan sistem instalasi yang berbentuk kompleks bercabang (Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha 2017).

Pada persamaan Darcy-Weisbach pada buku yang ditulis oleh (E. Benjamin Wylie, Streeter, and Arko Prijono 2006) dalam aliran fluida di dalam pipa, ketidak mampuan aliran fluida dinyatakan sebagai kerugian akibat tinggi gesekan dan tekanan. Faktor gesekan merupakan salah satu faktor berdimensi yang mempengaruhi nilai kerugian aliran dan diperlukan untuk membuat persamaan tersebut dapat memberikan nilai kerugian yang sebenarnya. Maka dari itu faktor gesekan tidak dapat merupakan nilai konstanta namun faktor gesekan bergantung pada nilai kecepatan  $v$ , diameter  $D$ , massa jenis  $\rho$ , viskositas  $\mu$ , dan ciri-ciri tertentu bagi kekasaran dinding yang menjadi faktor nilai kerugian aliran fluida.

Aliran fluida air akan mengalami penurunan tekanan seiring dengan panjang pipa yang dilalui oleh air tersebut. Itu disebabkan karena adanya gaya geser yang terjadi antara aliran fluida yang kontak langsung dengan dinding permukaan pipa. Timbulnya gaya geser yang bersifat menghambat ini disebabkan oleh adanya viskositas yang mana diperlukan energi untuk melawan gaya geser tersebut sehingga mengakibatkan adanya energi yang hilang pada aliran air (Masyuda, 2018).

Pada buku (E. Benjamin Wylie, Streeter, and Arko Prijono 2006) dikemukakan persamaan Bernoulli bermanfaat dalam analisis mengenai fluida nyata dengan mengabaikan geseran viskos. Namun dalam kondisi-kondisi tertentu asumsi yang mendasari persamaan Bernoulli tersebut dapat ditiadakan apabila dimodifikasi

dengan melakukan eksperimen guna mengoreksi persamaan teoritik tersebut agar sesuai dengan dengan dasar faktanya. Dengan memperhatikan nilai geseran viskositas fluida pada aliran pada umumnya akan dikemukakan nilai kerugian-kerugian aliran fluida.

Sebagian besar fluida pada dunia industri mengalir pada pipa tertutup dan memiliki masalah utama yang terjadi pada saat pemindahan aliran fluida yaitu terjadinya gesekan sepanjang dinding pipa, kerugian tekanan dapat terjadi hingga terbentuknya turbulensi akibat gerakan relatif dalam molekul fluida yang dipengaruhi viskositas fluida tersebut (Sandi Setya Wibowo, Kun Suharno 2017).

Berbeda pula dengan perlakuan fluida pada suatu saluran yang terdapat kecepatan kontinuitas aliran tertentu, sehingga akan dapat diasumsikan salah satu penambahan rugi mayor dan minor dalam suatu saluran salahsatunya karena pengaruh kontinuitas antar saluran fluidanya. Misal dengan menutup sebagian lubang selang atau pipa yang dialiri air menggunakan jempol sehingga akan terdapat hasil perbedaan laju aliran tersebut (Resnick 2012).

Rugi aliran adalah kehilangan energi mekanik persatuan massa air yang mana satuan panjang yang setara dengan satuan energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satuan masa air dengan satuan panjang yang berkaitan (Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha 2017). Rugi aliran dapat disebabkan oleh permukaan atau dinding pipa yang tidak rata sehingga menghambat aliran air, diameter awal yang tidak sama dengan diameter akhir pada pipa panjang, adanya belokan atau takikan pipa, sambungan pipa (*fitting*), persimpangan aliran pipa yang menghubungkan dan membagi aliran air ke pipa lain.

Rugi aliran akibat tekanan yang terjadi karena gesekan fluida dengan dinding sepanjang pipa ini disebut Rugi Mayor sedangkan rugi aliran fluida akibat melewati sambungan ini disebut Rugi Minor (Bagas Dwi Prakoso, Kun Suharno, and Sri Widodo 2017). Ini lebih diperjelas yang di maksud dengan rugi minor adalah rugi aliran fluida di dalam pipa yang disebabkan oleh luas penampang aliran, entrance, fitting, dan lain sebagainya (Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha 2017).

Pada suatu aliran fluida yang mengalir dan bertempat pada lintasan tertentu dengan keadaan setimbang maka fluida tersebut tak dapat menahan gaya atau tegangan geser selama melalui panjang lintasan tersebut (Kaharuddin 2019). Rugi mayor dan rugi minor pada suatu lintasan utamanya pada sistem perpipaan pasti akan terjadi dalam satu lintasan akibat sentuhan gesekan antara kedua sifat benda tersebut.

Teori Reynolds merumuskan bahwa untuk aliran internal (internal flow) atau aliran yang mengalir dalam pipa, jenis aliran yang terjadi pada bidang lintasan dapat diketahui dengan mendapatkan bilangan Reynoldsnya (Kaharuddin 2019) dengan dirumuskan:

$$Re = V.D/v$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

D = diameter hidraulik (m)

v = viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/s)

berdasarkan bilangan Reynolds Jenis aliran untuk aliran internal yaitu:

1.  $Re < 2300$ , aliran tersebut merupakan aliran laminar.

2.  $Re > 4000$ , aliran tersebut merupakan aliran turbulen.

Suatu pernyataan lain tentang fluida yaitu kerapatan dalam fluida tak termampatkan mendekati konstan. Ini berarti bahwa aliran tak termampatkan hanya memerlukan analisis momentum dan kontinuitas (McGraw-Hill 1986). Analisis momentum saluran elbow juga dapat mempengaruhi besar rugi mayor.

Terfokus pada penelitian kali ini yang dilakukan pada Perusahaan Air Kedunglo, adanya rugi aliran sangat mempengaruhi laju aliran air. Bentuk instalasi perpipaan air yang melibatkan banyak komponen pipa seperti fitting, belokan, katub, dan sebagainya dapat menyebabkan semakin besarnya jumlah rugi aliran pada aliran tersebut (Dery Krisdwiyanto and Andi Mas Akim 2017). Seperti yang terdapat pada instalasi perpipaan Perusahaan Air Kedunglo yang melibatkan banyak sekali sambungan dan juga komponen-komponen pipa ini akan menyebabkan terjadinya rugi aliran pada instalasi tersebut.

Sehingga dalam proses produksi harus menggunakan metode bergantian antara pengisian botol, gelas, dan juga tabung galon yang ini merupakan salah satu permasalahan dalam proses produksinya. Oleh sebab itu dengan adanya permasalahan dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya rugi aliran pada Perusahaan Air Kedunglo di atas kami akan melakukan penelitian dan pembahasan masalah dengan judul Analisa Rugi Mayor dan Rugi Minor Aliran Pipa Air pada Perusahaan Air Kedunglo.

## METODE

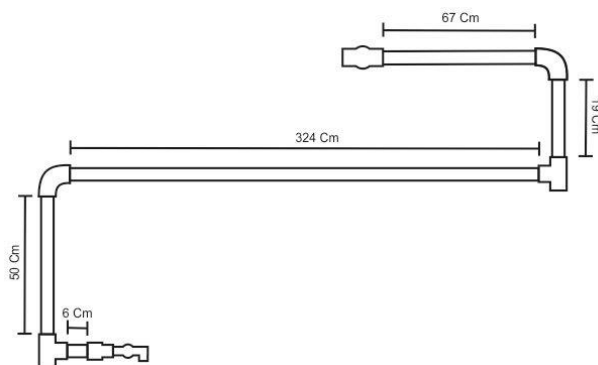
Metode yang digunakan pada proses analisis nilai rugi aliran air kali ini yaitu menggunakan metode percobaan dengan berbagai berbagai variabel percobaan ukuran bukaan nozzle pada katub untuk mengetahui baik nilai rugi mayor dan juga nilai rugi minor pada aliran air tersebut.

### Lokasi dan Waktu Kegiatan

Penelitian dilaksanakan terhadap instalasi perpipaan pada Perusahaan Air Kedunglo

### Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam proses analisis untuk menghitung kerugian aliran volume air pada instalasi perpipaan Perusahaan Air Kedunglo yaitu menggunakan sampel instalasi yang telah terdapat pada perusahaan tersebut. Diantaranya adalah PVC, katub Air, Knee 90°, dan Fitting T, galon dan juga alat ukur kecepatan (*stopwatch*).



Gambar 1. Bahan Percobaan

Rugi mayor merupakan kerugian yang terdapat pada suatu aliran pipa tertentu sebagai transportasi fluida dipengaruhi oleh gesekan antara permukaan pipa bagian dengan besar tergantung pada angka kekasaran pipa, panjang pipa, diameter pipa dan bilangan Reynold maka perhitungannya: (Nasaruddin 2018)

$$hf = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots$$

Dimana ;

hf = kerugian oleh gesekan aliran fluida dalam pipa,

f = Koefisien gesekan,

L = panjang pipa,

D = Diameter pipa,

v= Kecepatan aliran (m/dtk),

g= Gravitasi(m/dtk<sup>2</sup>).

Rugi minor ini dialami oleh aliran fluida di dalam pipa yang disebabkan oleh valve, elbow, orifice dan perubahan suatu penampang baik penampang besar menjadi kecil maupun sebaliknya dengan

Dimana ;

hv = kerugian aliran yang disebabkan oleh valve, elbow (m),

k = koefisien hambatan,

v= kecepatan aliran (m/dtk),

g = gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

Tabel 1. Tetapan koefisien

Garis tengah nimonal, in	Dengan sekrup				dengan kerah				
	1/2	1	2	4	1	2	4	8	20
Katub Terbuka Penuh									
Bola	14	8.2	6.9	5.7	13	8.5	6	5.8	5.5
Gerbang	0.3	0.24	0.16	0.11	0.80	0.35	0.16	0.07	0.03
Engsel Searah	5.1	2.9	2.1	2	2	2	2	2	2
Sudut									
Siku									
Biasa	0.39	0.32	0.3	0.29	-	-	-	-	-
Ruji Panjang	-	-	-	-	0.21	0.2	0.19	0.16	0.14
Biasa	2	1.5	0.95	0.64	0.5	0.39	0.3	0.26	0.21
Ruji Panjang	1	0.72	0.41	0.23	0.4	0.3	0.19	0.15	0.1
Biasa	2	1.5	0.95	0.64	0.41	0.35	0.3	0.25	0.2
Ruji Panjang	-	-	-	-	0.4	0.3	0.21	0.15	0.1
Fitting T									
Utama	0.9	0.9	0.9	0.9	0.24	0.19	0.14	0.1	0.07
Cabang	2.4	1.8	1.4	1.1	1	0.8	0.64	0.58	0.41

### Tahapan Penelitian

Dalam tahapan penelitian, pengujian di lakukan secara berurutan. Pengujian rugi mayor dan rugi minor total dengan aliran katub bukaan 1/2 inch, 3/4 inch, dan 1 inch. Pada pengujian ini tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

#### a. Tahap Persiapan

Setelah proses mempersiapkan alat dan bahan untuk melakukan proses penelitian maka di lakukan pengecekan terdahulu terhadap alat uji terlebih dahulu agar pada saat proses pengujian alat uji dapat bekerja secara optimal sesuai dengan tatanan yang diinginkan

#### b. Tahap Pengambilan Data

Untuk tahapan ini yang pertama dilakukan adalah mencatat waktu yang dibutuhkan, menghitung kecepatan aliran dengan menggunakan beda jumlah katub bukaan total dan juga ketika katub di tutup total. Untuk pengambilan data pengujian rugi mayor dan rugi minor dilakukan secara berurutan sebagaimana berikut :

- Pengambilan data dengan bukaan 2 katub terbuka 1/2 inch
- Pengambilan data dengan bukaan 2 katub terbuka 3/4 inch
- Pengambilan data dengan bukaan 2 katub terbuka 1/2 inch dan 1 inch
- Pengambilan data dengan bukaan 2 katub terbuka 3/4 inch dan 1 inch
- Pengambilan data dengan bukaan 2 katub terbuka 1 inch

Tabel 2. Form Data Analisis Waktu pengisian Air

No	Runtutan Analisa	Besaran Bukaannya Katub	Waktu / 19 Litter	Waktu / Litter
1	Percobaan Ke-1	2 katub terbuka 1/2 inch		
2	Percobaan Ke-2	2 katub terbuka 1/4 inch		
3	Percobaan Ke-3	2 katub terbuka 1/2 inch & 1 inch		
4	Percobaan Ke-4	2 katub terbuka 3/4 inch & 1 inch		
5	Percobaan Ke-5	2 katub terbuka 1 inch		

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Perhitungan

Dalam pelaksanaan penelitian, untuk mengetahui lebih lanjut maka dilakukan analisis data pada Perusahaan Air Kedunglo. Data yang diperoleh dalam pelaksanaan analisis adalah sebagai berikut dan data dukungan diperoleh melalui tabel dan grafik.

Diketahui panjang pipa (L) =

$$L_1 = 67 \text{ Cm (Benda Uji)}$$

$$L_2 = 19 \text{ Cm}$$

$$L_3 = 324 \text{ Cm (Benda Uji)}$$

$$L_4 = 50 \text{ Cm (Benda Uji)}$$

$$L_5 = 6 \text{ Cm}$$

Tabel 3. Data Analisis Waktu pengisian Air

No	Runtutan Analisa	Besaran Bukaannya Katub	Waktu / 19 Litter	Waktu / Litter
1	Percobaan Ke-1	2 katub terbuka 1/2 inch	3 m, 47 s	11.9 s
2	Percobaan Ke-2	2 katub terbuka 1/4 inch	2 m, 40 s	8.4 s
3	Percobaan Ke-3	2 katub terbuka 1/2 inch & 1 inch	2 m, 28 s	7.8 s
4	Percobaan Ke-4	2 katub terbuka 3/4 inch & 1 inch	2 m, 25 s	7.6 s
5	Percobaan Ke-5	2 katub terbuka 1 inch	2 m, 23 s	7.5 s

Pada tabel di atas merupakan perolehan selisih waktu aliran air dengan menggunakan metode pengaturan bukaan katub baik menggunakan 1 katub dan 2 katub pada volume 19 litter.

Diameter dalam ( $D_{dalam}$ ) : 0.021 m

Viskositas :  $30^0 = 8 \times 10^{-7}$

Sudut kelengkungan :  $90^0$

Nilai kekasaran relatif PVC : 0,000071

Koefisien elbow  $90^0$  : 1

Koefisien fitting T : 0,4

Koefisien fitting lurus ( $180^0$ ) : 0,2

Gravitasi :  $9,8m/s$

Dari data kelengkapan di atas dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus-rumus berikut :

Luas Penampang

Adalam :  $\frac{1}{4} \pi D^2_{dalam}$

$$: \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.021$$

$$: 33 \times 10^{-5} m^2$$

Nilai kecepatan dapat diperoleh dari data yang telah dilakukan dalam penelitian yaitu yang tertera di dalam Tabel di bawah ini :

Tabel 4. Nilai Volume per 1 detik

Perc.	Volume (dm/litter)	Waktu (s)
A	1	11.9
	2	0.084
B	1	8.4
	2	0.119
C	1	7.8
	2	0.128
D	1	7.6
	2	0.132
E	1	7.5
	2	0.133

Dari data di atas maka akan diperoleh nilai kecepatan sesuai dengan setiap percobaan yakni diantaranya:

#### a. Kecepatan Actual

Tabel 3. Daftar nilai kecepatan actual

Percobaan ke-	Besarnya Katub	Kecepatan Actual (m/s)
Ke 1	1/2 inch dan 1/2 inch	0.255
Ke 2	3/4 inch dan 3/4 inch	0.361
Ke 3	1/2 inch	0.389
Ke 4	3/4 inch	0.399
Ke 5	1 inch	0.404

Tabel tersebut menjelaskan bahwa pada percobaan ke 1 hingga ke 5 menunjukkan dari besar bukaan katub  $\frac{1}{2}$  inch hingga 1 inch yang memiliki kecepatan actual tertinggi yaitu pada percobaan ke 5 dengan besar bukaan katub 1 inch memiliki kecepatan actual sebesar 0.404 m/s. Dan percobaan ke 1 dengan besar bukaan katub  $\frac{1}{2}$  inch merupakan kecepatan actual terendah yaitu 0.255 m/s.

Kemudian setelah mengetahui dari setiap percobaan maka akan ditemukan jumlah debit pada setiap besar bukaan katub yang dianalisa.

b. Nilai Debit Air (Q)

Tabel 4. Daftar nilai debit aktual

Percobaan Ke-	Besar Bukaannya Katub	Debit Actual (m <sup>3</sup> /s)
Ke 1	1/2 inch dan 1/2 inch	0.000084
Ke 2	3/4 inch dan 3/4 inch	0.000119
Ke 3	1/2 inch	0.0001282
Ke 4	3/4 inch	0.0001316
Ke 5	1 inch	0.0001333

Pada tabel tersebut di jelaskan bahwa percobaan ke 5 dengan besar bukaan katub 1 inch memiliki debit aktual terbesar 0,0001333 m<sup>3</sup>/s, sedangkan besar bukaan katub ½ inch memiliki debit aktual aliran terendah yaitu 0,000084 m<sup>3</sup>/s.

c. Bilangan Reynold (Re) dan Koefisien Gesek (f)

Tabel 4. Daftar nilai debit aktual dan Koefisien Gesek (f)

Percobaan ke-	Besar Bukaannya Katub	Bilangan Reynold	Faktor Gesekan
1	1/2 inch dan 1/2 inch	6527.390	0.036
2	3/4 inch dan 3/4 inch	9247.135	0.032
3	1/2 inch	9958.453	0.031
4	3/4 inch	10220.518	0.03
5	1 inch	10356.791	0.0295

Dari data tersebut dijelaskan bahwa percobaan ke 5 dengan besar bukaan katub 1 inch memilikin bilangan reynold terbesar yaitu 10356.791 dengan faktor gesekan 0.0295. Jadi, semakin besar bukaan katub atau semakin panjang aliran maka semakin besar juga debit, bilangan reynold dan faktor gesekannya.

**Rugi Mayor**

Rugi mayor yang kita analisa adalah rugi aliran yang di sebabkan oleh gesekan air dengan sisi pipa di sepanjang aliran. Panjang pipa yang bervariasi diantaranya, 50cm, 67cm, 324cm. Adapun data hasil analisa rugi mayor pada perhitungan matematis:

$$hv = k \frac{v^2}{2g} \dots,$$

Hasil percobaan ini di antaranya:

Tabel 1. Nilai Rugi Mayor

Percobaan ke	Besarnya Bukaannya Katub	Rugi Mayor (m)		
		50 Cm	67 Cm	324 Cm
1	1/2 inch dan 1/2 inch	0.02282	0.03058	0.14789
2	3/4 inch dan 3/4 inch	0.02874	0.03851	0.18623
3	1/2 inch	0.02998	0.04018	0.19429
4	3/4 inch	0.02978	0.03990	0.19297
5	1 inch	0.02967	0.03976	0.19229

Dari hasil analisa sepanjang aliran pada pipa sesuai besar bukaan katub di atas diketahui nilai rugi mayor tertinggi terjadi pada pipa dengan panjang 324 cm memiliki hasil rata rata 0.18274 m, untuk panjang pipa 67 cm memiliki hasil rugi mayor rata rata 0.03779 m, sedangkan panjang pipa 50 cm memiliki hasil rugi mayor rata rata 0.02820 m maka dapat di simpulkan bahwa terdapat nilai rugi mayor pada pipa yang mana nilai rugi tersebut di hasilkan karena terjadi gesekan antara air dengan sisi pipa di sepanjang pipa, sehingga semakin panjang pipa yang dilalui oleh air dalam proses alirannya maka semakin tinggi nilai kerugian air pada aliran tersebut. Begitu pula sebaliknya apabila semakin pendek pipa yang dialiri oleh air tersebut maka semakin sedikit pula rugi mayor yang di hasilkan.

**Rugi Minor**

Rugi minor adalah rugi aliran air yang disebabkan oleh adanya belokan oleh *Elbow* dan juga kerugian yang disebabkan karena adanya sambungan pada pipa. Adapun nilai rugi minor pada analisa percobaan kali ini yaitu:

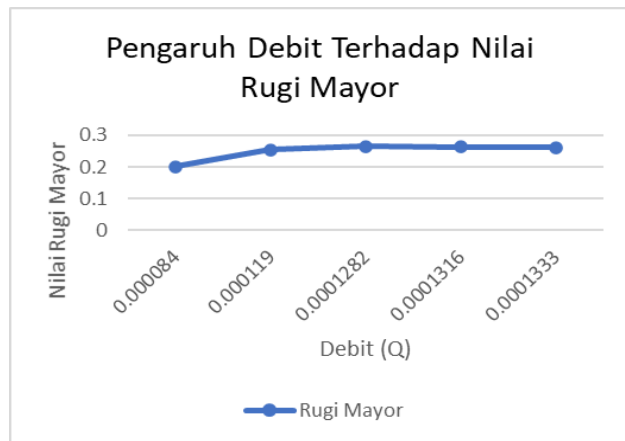
Tabel 2. Nilai Rugi minor

Perc.	Besarnya Bukaannya Katub	Rugi Minor (hb)		
		Elbow 90°-2	fitting T (2)	fitting Lurus
Ke 1	1/2 inch dan 1/2 inch	0.00662	0.00265	0.00066
Ke 2	3/4 inch dan 3/4 inch	0.01329	0.00532	0.00133
Ke 3	1/2 inch	0.01541	0.00616	0.00154
Ke 4	3/4 inch	0.01623	0.00649	0.00162
Ke 5	1 inch	0.01667	0.00667	0.00167

Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat nilai rugi minor yang terjadi dalam instalasi aliran air pada Perusahaan Air Kedunglo. yang mana nilai rugi minor pada analisa kali ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu oleh *elbow* 90°, *Fitting T*, dan juga *Fitting* lurus (sambungan pipa).

Dari masing- masing faktor juga dapat disimpulkan bahwa semakin besar bukaan katub yang digunakan dalam proses mengalirkan air pada instalasi ini maka semakin besar juga nilai kerugian air yang terjadi dalam proses aliran air tersebut.

**Pengaruh Debit Terhadap Nilai Rugi Mayor dan Rugi Minor**



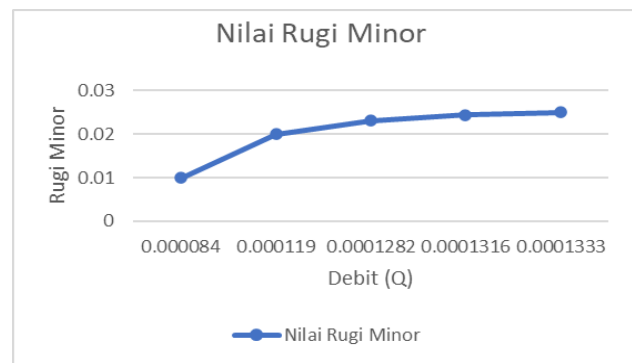
Gambar 2. Grafik Rugi Mayor

Dalam analisa perolehan nilai rugi aliran air pada instalasi pipa di Perusahaan Air Kedunglo ini terjadi karena disebabkan oleh faktor baik faktor panjang pipa, belokan pada pipa, sambungan pada pipa, dan juga debit mempengaruhi nilai rugi aliran alir. Grafik di atas menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai debit pada aliran air maka semakin rendah juga nilai kerugian mayor yang terjadi dalam instalasi tersebut. Begitu pula sebaliknya apabila smakin rendah nilai debit pada aliran air atau fluida tersebut maka semakin tinggi nilai kerugian mayor yang terjadi di instalasi tersebut.

Akan tetapi menurut (Suyadi, Hariyanto, Wahyu Djalmono 2017) rugi aliran pada suatu pipa itu disebabkan karena banyaknya sambungan yang dilalui oleh aliran fuida tersebut dan juga karena faktor aliran udara yang mengalir dalam aliran pipa. Banyaknya sambungan dipastika karena pemilihan ukuran panjang pipa yang kurang. Salah satu caranya yaitu mengurangi jumlah sambungan yang bercabang karena akan mengakibatkan aliran tersebut turbulen seiring dengan kecepatan aliran udara sepanjang pipa juga meningkat sehingga gesekan antara fluida dengan saluran pipa tinggi dan menyebabkan tekananpada keluaran mesin tiap saluran pipa menurun. Dalam pemilihan belokan juga akan berpengaruh pada kondisi tekanan yang dihasilkan dari aliran tersebut (Awaluddin 2014).

Terdapat perbedaan hasil rugi mayor dan rugi minor pada suatu aliran air, dalam rugi minor pada aliran

air debit juga mempengaruhi dan berperan dalam hasil perolehan nilai kerugian pada aliran air. Seperti grafik di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Rugi Minor

Dari hasil penelitian dan analisa perhitungan secara teoritis diperoleh hasil nilai rugi mayor dan rugi minor aliran pipa air pada Perusahaan Air Kedunglo. Dalam penelitian dilakukan dalam 5 variabel dengan menggunakan bukaan 1 katub dan 2 katub. Dalam setiap bukaan terdapat nilai rugi aliran diantaranya yaitu:

**Nilai Rugi Mayor**

Dari hasil data penelitian dan perhitungan diperoleh nilai rugi mayor dari setiap percobaan dengan menggunakan 1 bukaan katub dan 2 bukaan katub pada panjang pipa air yang menjadi benda uji penelitian. Pada bukaan 2 katub sebesar 1/2 inch dan 1/2 inch di peroleh nilai rugi mayor sebesar 0.2012968 m, pada bukaan 2 katub sebesar 3/4 inch dan 3/4 inch di peroleh nilai 0.2534848 m, bukaan 1 katub sebesar 1/2 inch di peroleh nilai 0.2644529 m, bukaan 1 katub sebesar 3/4 inch diperoleh nilai 0.2626570 m, dan pada bukaan 1 katub sebesar 1 inch diperoleh nilai 0.2617231 m.

**Nilai Rugi Minor**

Dari hasil data penelitian dan perhitungan diperoleh nilai rugi minor dari setiap percobaan dengan menggunakan 1 bukaan katub dan 2 bukaan katub pada belokan elbow 90° dan juga pada sambungan fitting T masing-masing 2. Pada bukaan 2 katub sebesar 1/2 inch dan 1/2 inch di peroleh nilai rugi mayor sebesar 0.211228311 m, pada bukaan 2 katub sebesar 3/4 inch dan 3/4 inch di peroleh nilai 0.273416870 m, bukaan 1 katub sebesar 1/2 inch di peroleh nilai 0.287569373 m, bukaan 1 katub sebesar 3/4 inch diperoleh nilai 0.287006093 m, dan pada bukaan 1 katub sebesar 1 inch diperoleh nilai 0.286725839 m.

Pada analisis kerugian aliran oleh (Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha 2017) pada belokan 90° terjadi tumbukan aliran yang besar, sehingga rugi

alirannya juga semakin besar, dengan demikian menjadi penyebab rugi minor bertambah.

Terdapat pengaruh nilai debit terhadap nilai rugi mayor dan juga nilai rugi minor. Diantaranya:

#### **Pengaruh debit terhadap nilai rugi mayor**

Dari hasil analisis dan nilai perhitungan dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai debit maka semakin kecil nilai rugi mayor seperti yang ada pada Grafik 4 diperlihatkan pada percobaan ke 3 sampai dengan percobaan ke 5 yang menggunakan bukaan 1 katub, namun berbeda dengan percobaan ke 1 hingga ke 2 yang menggunakan 2 bukaan katub, terjadi peningkatan nilai rugi mayor akibat semakin tingginya debit. Hal ini diakibatkan karena adanya nilai rugi aliran pada fitting 3/4 inch yang tidak termasuk dalam perhitungan rugi aliran dalam penelitian ini.

#### **Pengaruh debit terhadap nilai rugi minor**

Dari hasil analisis dan nilai perhitungan dapat diketahui bahwa pengaruh nilai debit terhadap nilai rugi minor mengalami peningkatan secara terus menerus. Semakin tinggi nilai debit aliran air maka semakin tinggi juga nilai rugi minor. Ini terjadi karena pada saat aliran air melewati kelokan atau percabangan baik pada elbow 90<sup>0</sup>, fitting T, dan juga pada fitting lurus 180<sup>0</sup> ini mengalami desakan akibat sudut tikungan dan koefisien belokan yang mengakibatkan aliran tidak mengalir secara merata dan sempurna.

### **PENUTUP**

#### **Simpulan**

Dari grafik diatas dijelaskan bahwa apabila nilai debit air pada suatu lintasan fluida semakin tinggi, maka semakin tinggi juga nilai kerugian minor pada aliran air diinstalasi tersebut. Jika debit air yang dikeluarkan melalui lintasan tersebut semakin kecil maka akan semakin kecil pula rugi minor yang dikeluarkan pada suatu lintasan tersebut. jadi, debit pada suatu aliran fluida akan mempengaruhi naik turunnya rugi minor yang dihasilkan dalam suatu aliran fluida dalam pipa.

#### **Saran**

Saran yang kami anjurkan untuk instalasi perpipaan kedepannya yaitu supaya menggunakan katup pada sambungan pipa terlalu besar, jika dalam pemakaian dalam jumlah banyak tidak masalah akantetapi tetap mempertahankan lebar katup tersebut dengan ukuran yang lebih kecil dibanding dengan ukuran 1 katup yang berukuran lebih besar misal 1 inch, hal tersebut akan menambah nilai rugi minor pada aliran fluida sepanjang pipa tersebut.

Kekasaran dalam saluran pipa juga akan berpengaruh terhadap laju alirannya sehingga akan

menambah rugi mayor dan rugi minor pada aliran tersebut (Suyadi, Hariyanto, Wahyu Djalmono 2017), maka hal ini perlu perawatan terhadap pipa secara berkala dengan monitoring laju aliran tiap penggunaan saluran tersebut demi menghindari penambahan kerak ataupun lumut yang muncul.

Hambatan pipa kasar lebih besar pada pipa halus, untuk pipa halus nilai  $f$  hanya bergantung pada angka reynolds. Untuk pipa kasar nilai  $f$  tidak hanya tergantung angka reynolds, tetapi pada sifat-sifat dinding pipa yaitu kekasaran relatif  $k/D$ , atau  $f = (Re.k/D)$  dengan  $k$  = kekasaran dinding pipa, dan  $D$  = diameter pipa (Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha 2017).

Agar terjamin kekuatan hingga pengaruh hasil produksi pada suatu aliran utamanya dalam produksi air minum air kedunglo sebaiknya melakukan tes kelulusan lisensi. Sehingga kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Kaharuddin 2019).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Awaluddin, Slamet Wahyudi dan Agung Sugeng Widodo. 2014. "Analisis Aliran Fluida Dua Fase (Udara-Air) Melalui Belokan 45." *Rekayasa Mesin* 5(1): pp.1-7.
- Bagas Dwi Prakoso, Kun Suharno, and Sri Widodo. 2017. "Analisis Debit Air Dan Rugi Belokan Pada Pipa Tee." *Journal of Mechanical Engineering*: 1–7.
- Dery Krisdwiyanto, and Andi Mas Akim. 2017. "Pengujian Alat Uji Rugi-Rugi Aliran Dalam Pipagalvanis , Pipa Pvc , Pipa Stainless Steel Dan Pipa Acrylic." *Zona Mesin* 8(2): 35–45.
- E. Benjamin Wylie, Victor L. Streeter, and Arko Priyono. 2006. *Fluid Mechanics*. Ed.ke-8. Padang: Erlangga.
- Ismet Eka Putra, Sulaiman, and Ari Galsha. 2017. "Analisa Rugi Aliran (Head Losses) Pada Belokan Pipa PVC." : 34–39.
- Kaharuddin. 2019. "Analysis Of Capacity Building And Headloss On Raw Water Pipelinens." *Jurnal Mahasiswa*: 1–23.
- Masyuda, Fajar Amin. 2018. "Analisa Kerugian Head Losses Dan Friction Pada Sistem Perpipaan Beda Jenis Valve Dengan Variasi Bukaan Valve." University of Muhammadiyah Malang.
- McGraw-Hill. 1986. *Fluid Mechanics*. ed. Ir. Manahan Hariandja. Jakarta: Erlangga.
- Nasaruddin. 2018. "Mayor Dan Minor Losses Head Jaringan Pipa Penyalur Pada Politeknik Negeri Kupang." *Jurnal Teknik Mesin* 1(2): 1–8.
- Resnick, Robert. 2012. *Fisika Dasar*. 7th ed. Jakarta: Erlangga.
- Sandi Setya Wibowo, Kun Suharno, Sri Widodo. 2017. "Analisis Debit Fluida Pada Elbow 90 Dengan Variasi Diameter Pipa." *Jurnal Of Mechanical engineering* 0259: 48–54.

Suyadi, Hariyanto, Wahyu Djalmono, Anisa Setyowati  
Jurusan. 2017. "Analisis Kerugian Tekanan Pada  
Sambungan Pipa Udara di Unit Asembling Gedung  
H PT. Arisamandiri Pratama Demak." *Jurnal  
Rekayasa Mesin* 12.  
<http://dx.doi.org/10.32497/rm.v12i1.991>.