

Kajian Experimental Panjang dan Diameter terhadap Kehilangan Energi pada Pipa Jenis Baja

Fajriana Haryadi, ^{1*}, Ratna Musa ², Mas'ud SAR ³

1*) CV. Polygraf, Kota Makassar, fajriana.nanaharyadi@gmail.com

2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Water is a natural element essential for the survival of living things, especially humans. 3B standard water can come from the Regional Water Company (PDAM), which originates from rivers before supplying water to homes. Water connected from rivers to homes must, of course, use a medium. The most common medium is pipes, making the piping system crucial to study and investigate. This research was conducted to determine the pressure and energy loss that occur in pipes with varying diameters and lengths. The type of research used is experimental and analytical research, involving a series of data processing conducted in the Hydraulics Laboratory. The results of this study are head losses in straight steel pipes with different diameters showing a significant pattern. Pipes with a diameter of 1/2 inch experience head losses of approximately 1.1298 m, while pipes with a diameter of 3/4 inch and 1 inch experience head losses of 0.2451 m and 0.2299 m respectively at the same pipe length. The amount of water pressure in straight steel pipes decreases as the pipe length increases. Pressure measurements between points 1–2 meters show a pressure drop of approximately 27, while at points 2–3 meters the pressure drop reaches 25 bar in pipes with a diameter of 1/2 inch.

Keywords: Head Loss, Piping System, Pressure Drop.

Abstrak

Air merupakan salah satu unsur alam yang sangat dibutuhkan dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup khususnya manusia. Air berstandar 3B bisa berasal dari PDAM, dimana sebelum PDAM mengalirkan air ke rumah masyarakat air tersebut berasal dari sungai. Air yang dihubungkan ke dari sungai ke rumah warga tentu saja harus menggunakan media. Media yang paling umum digunakan adalah pipa, maka system perpipaan disini sangatlah penting untuk dipelajari dan ditelusuri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tekanan yang dan kehilangan energi yang terjadi pada pipa jika memiliki diameter dan panjang yang berubah-ubah. Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian eksperimen dan analisa, dengan melibatkan serangkaian pengolahan data yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika. Hasil penelitian ini adalah kehilangan energi pada pipa lurus jenis baja dengan diameter berbeda menunjukkan pola yang signifikan. Pipa dengan diameter 1/2 inci mengalami kehilangan energi sekitar 1,1298 m, sedangkan pipa 3/4 inci dan 1 inci masing-masing mengalami kehilangan energi sebesar 0,2451 m dan 0,2299 m pada panjang pipa yang sama. Besar tekanan air pada pipa lurus jenis baja berkurang seiring dengan bertambahnya panjang pipa. Pengukuran tekanan antara titik 1–2 meter menunjukkan penurunan tekanan sekitar 27, sedangkan pada titik 2–3 meter penurunan tekanan mencapai 25 bar pada pipa dengan diameter 1/2 inci.

Kata kunci : Besar Tekanan, Kehilangan Energi, Sistem Perpipaan.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu unsur alam yang sangat dibutuhkan dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup khususnya manusia . Dalam kehidupan sehari-hari kita membutuhkan air bersih untuk minum, memasak, mandi, dan kepentingan yang lainnya. Air yang kita gunakan harus berstandar 3B yaitu tidak berwarna, tidak berasa dan tidak beracun karena air yang bersih sangat baik bagi tubuh. Air berstandar 3B bisa berasal dari

PDAM, dimana sebelum PDAM mengalirkan air kerumah masyarakat air tersebut berasal dari sungai.

Air yang dihubungkan ke dari sungai ke rumah warga tentu saja harus menggunakan media. Media yang paling umum digunakan adalah pipa, maka system perpipaan disini sangatlah penting untuk dipelajari dan ditelusuri. Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (equipment) dalam suatu pabrik atau dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung. Sistem perpipaan (piping system) secara umum terdiri dari komponen-komponen seperti pipa, katup, fitting (elbow, reducer, tee), flange, nozzle, instrumentasi (peralatan untuk mengukur dan mengendalikan parameter aliran fluida, seperti temperatur, tekanan, laju aliran massa, level ketinggian), peralatan atau equipment (alat penukar kalor, bejana tekan, pompa compressor), penyangga pipa (pipe support dan pipe hanger) dan komponen khusus (strainer, drain, vent).

Karena umumnya material pipa terbuat dari metal, maka sesuai dengan karakteristiknya, pipa akan mengalami pemuaian jika dipanaskan dan akan mengalami pengerutan apabila didinginkan. Setiap terjadi pemuaian ataupun pengerutan dari pipa tadi, akan menimbulkan pertambahan ataupun pengurangan panjang pipa dari ukuran semula dalam skala horizontal. Perancangan sistem perpipaan yang baik dan aman sangat dibutuhkan untuk menjamin kelangsungan dari proses serta menjamin umur pemakaian dari sistem perpipaan dengan siklus rancangan. Parameter aman sendiri adalah ketika pipa mampu menahan beratnya sendiri pada kondisi pembebanan karena tekanan pipa internal dan berat yang terdapat pada pipa serta karena pembebanan pengaruh temperature. Hal tersebut bisa dipengaruhi oleh beberapa factor pembebanan yang terjadi selama pipa tersebut terpasang, bisa faktor pembebanan karena alam, pembebanan ketika pipa belum beroperasi maupun pembebanan ketika pipa telah beroperasi.

Instalasi pipa memiliki komponen-komponen antara lain pompa, pipa, sambungan dan katup. Tekanan air atau fluida yang mengalir dihasilkan oleh kerja pompa. Setiap komponen memiliki dampak yang berakibat pada kerugian tekanan. Kerugian tekanan berarti ada energi yang hilang. Untuk itu referensi atau teori yang berkaitan dengan desain instalasi pipa sangat diperlukan. Untuk itu perlu adanya perhitungan analisis untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang mampu diterima oleh pipa maupun equipment pendukung agar tidak terjadi kegagalan.

Kebutuhan air yang harus dipenuhi akan menentukan tipe dan ukuran system pipa transmisi dan pipa distribusi jaringan pipa yang diinginkan. Bila tekanan rendah, maka akan menimbulkan masalah dalam penransmisian dan pendistribusian jaringan pipa. namun bila tekanan terlalu bear akan menyebabkan kehilangan energy. Fluida, terutama air dan gas merupakan zat yang tidak bisa lepas dalam kehidupan kita sehari-hari, dimanapun kita berada, fenomena-fenomena dalam fluida cair dan pendistribusiannya dapat dipelajari dalam ilmu fisika secara spesifik dapat dialami dalam ilmu mekanika fluida, aliran dua fase perpipaan .

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kehilangan energi pada pipa lurus jenis baja dengan diameter yang berbeda serta untuk mengetahui besar tekanan air pada pipa lurus jenis baja dengan panjang yang berbeda.

2. METODE

A. Lokasi, Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Program Studi Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa perangkat penting yang mendukung eksperimen, di antaranya adalah

reservoir, pompa air, bak pembuangan, stopwatch, manometer, dan termometer. Sedangkan bahan yang digunakan berupa pipa baja dengan diameter 1 inci, $\frac{1}{2}$ inci, dan $\frac{3}{4}$ inci, pipa baja ukuran 3 meter, selang, dan katup.

B. Metode Pengolahan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi atau pengamatan. Untuk memperoleh data yang dilakukan pada jaringan pipa terhadap kehilangan energy, dilaksanakan dengan melakukan pengamatan pada saat jalannya penelitian

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan karakteristik, sifat, atau konsep yang dapat diamati, diukur, dan diubah dalam sebuah penelitian, dengan nilai yang dapat berubah atau terdapat perbedaan antara individu, objek, atau situasi. Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis variabel utama, yaitu variabel bebas dan variabel terkait. Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi atau menyebabkan terjadinya perubahan pada variabel terkait, dan dapat mempengaruhi variabel lain. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah debit (Q) dan kecepatan aliran (v), serta perubahan diameter pipa yang kondisi ke ekspansi dan sebaliknya. Sementara itu, variabel terkait adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, yang dalam penelitian ini adalah kehilangan energi aliran pada pipa uji.

D. Metode Analisis Data

Setelah melakukan pengukuran maka akan dilanjutkan dengan menganalisa data yang telah dipeoleh dari laboratorium menggunakan parameter yang telah ditentukan untuk menghasilkan data yang diinginkan. Data tersebut diolah untuk memperoleh kehilangan energy pada kondisi pipa ekspansi.

a) Prosedur Pegujian

Prosedur pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.
2. Meletakkan reservoir setinggi 1.5 m diatas permukaan lantai dan mebeikan dudukan pada reservoir.
3. Siapkan bak pembuangan sejauh 2.4 m dari letak reservoir.
4. Pasang pipa galvanis berdiameter 1 inci padak bak pembungan lalu sambung menuju reservoir dibantu dengan pompa air untuk menaikkan air menuju reservoir.
5. Pasangkan pipa yang yang berasal dari bak pembungan menuju reservoir.
6. Rangkai secara horizontal pipa galvanish dengan memasang pipa galvanish 1 ichi sepanjang 30 cm pada pembuangan reservoir.
7. Sambungkan secara horizontal rangkaian pipa galvanish menjadi 2 cabang saluran masing-masing $\frac{1}{2}$ inci.
8. Pang ambungan Tee pada pipa Galvanish ke percabangan $\frac{1}{2}$ inci.
9. Pasang katup reservoir dan sambungkan pipa pada setiap diameter pipa tersebut.
10. Pasang katup pada pipa 1 inci sebelum persebaran $\frac{1}{2}$ inci.
11. Pembacaan dilakukan ketika tinggi muka air telah mencapai batas yang telah ditentukan.
12. Buka katup yang berada di pipa 1 inci untuk melakukan pembacaan air yang keluar pada pipa kiri dan kanan secara bersamaan. Pastikan air yang masuk dan keluar pada reservoir konstan.

13. Lakukan pembacaan setiap air pada reservoir turun 6 cm, lalu mencatat waktu sampai pada volume yang telah ditentukan pada setiap volume air yang berbeda.

b) Parameter Pengolahan Data

Persamaan yang digunakan dalam pengolahan data yaitu:

1. Menghitung Debit Air

$$Q = \frac{V}{t} = A \times v \quad (1)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m^3/s)

V = Volume air (m^3)

t = Waktu air mengalir (s)

2. Menghitung Kecepatan Aliran

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m^3/s)

v = Kecepatan aliran (m/s)

A = Luas Penampang (m^2)

3. Perhitungan *Mayor Losses*

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Dimana :

V = kecepatan arus rata-rata (m/s)

L = Panjang pipa (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

D = Diameter pipa (m)

F = Faktor gesekan (tidak Berdimensi)

H_f = Kehilangan tinggi tenaga (m)

4. Perhitungan preassure drop.

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (4)$$

Dimana :

Δp = Pressure drop (N/m^2)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Δh = Selisih ketinggian pada manometer (m/s^2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Debit (Q)

Perhitungan debit dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk air mengalir melalui pipa dengan berbagai diameter pada berbagai ketinggian muka air. Setiap pengukuran waktu dilakukan sebanyak lima kali untuk mendapatkan nilai waktu rata-rata. Setelah waktu rata-rata diperoleh, volume air yang mengalir dihitung berdasarkan tinggi muka air di reservoir, dan debit dihitung dengan membagi volume air dengan waktu rata-rata yang diperlukan untuk mengalirkan air tersebut.

Hasil perhitungan debit menunjukkan variasi aliran pada pipa dengan diameter yang berbeda. Debit pada pipa ½ inci dihitung sebesar 0.0002516 m³/s, pada pipa ¾ inci sebesar 0.0003158 m³/s, dan pada pipa 1 inci sebesar 0.0006647 m³/s. Nilai debit ini menunjukkan bahwa pipa dengan diameter lebih besar menghasilkan debit yang lebih tinggi, sementara pipa dengan diameter lebih kecil menghasilkan debit yang lebih rendah. Hasil perhitungan ini memberikan wawasan mengenai hubungan antara diameter pipa, waktu aliran, dan volume air yang mengalir, yang berguna untuk analisis lebih lanjut tentang efisiensi aliran dan kehilangan energi pada pipa. Sebagai contoh, ditampilkan perhitungan Debit Pada Pipa 1/2' (Tabel 1)

Tabel 1 Perhitungan Debit Pada Pipa 1/2'

h	Volume	Debit
(m)	(m3)	(m3/s)
0.35	0.154	0.0002516
0.30	0.132	0.0002275
0.25	0.110	0.0002108
0.20	0.088	0.0001866
0.15	0.066	0.0001457

B. Kecepatan Aliran (v)

Perhitungan kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 2**. Hasil perhitungan kecepatan aliran untuk masing-masing pipa adalah sebagai berikut: untuk pipa ½ inci, kecepatan aliran pada ketinggian 0.35 meter adalah 1.987 m/s; untuk pipa ¾ inci, kecepatan aliran pada ketinggian 0.35 meter adalah 1.109 m/s; dan untuk pipa 1 inci, kecepatan aliran pada ketinggian 0.35 meter adalah 1.313 m/s. Nilai-nilai ini menggambarkan bagaimana kecepatan aliran bervariasi tergantung pada diameter pipa dan ketinggian muka air. Tabel yang ditampilkan memberikan contoh perhitungan kecepatan aliran untuk pipa ½ inci (Tabel 2)

Tabel 2 Perhitungan Kecepatan Aliran Pipa 1/2'

h	Volume	Debit	Kecepatan Aliran
(m)	(m3)	(m3/s)	(m/s)
0.35	0.154	0.0002516	1.987
0.30	0.132	0.0002275	1.797
0.25	0.110	0.0002108	1.665
0.20	0.088	0.0001866	1.474
0.15	0.066	0.0001457	1.151

C. Perhitungan Bilangan Reynolds (Re)

Dalam melakukan analisis aliran fluida untuk menentukan bilangan Reynolds (Re), beberapa parameter seperti densitas (ρ), kecepatan aliran (v), diameter pipa (D), dan viskositas (μ) harus dimasukkan ke dalam rumus yang tepat. Bilangan Reynolds dihitung menggunakan persamaan $Re = \rho v D / \mu$. Berdasarkan perhitungan, bilangan Reynolds untuk pipa ½ inci dengan suhu 30°C adalah 31252.43, yang menunjukkan bahwa aliran bersifat turbulen karena nilainya lebih besar dari 2800. Demikian pula, untuk pipa ¾ inci, hasil perhitungan bilangan Reynolds adalah 26154.24, dan untuk pipa 1 inci, nilai bilangan Reynolds yang dihitung adalah 41268.28, yang juga menunjukkan aliran turbulen

Tabel 3 Perhitungan Bilangan Reynolds Pipa 1/2'

h	Volume	Debit	Kecepatan Aliran	Re
(m)	(m ³)	(m ³ /s)	(m/s)	
0.35	0.154	0.0002516	1.987	31252.4306
0.30	0.132	0.0002275	1.797	28257.9984
0.25	0.110	0.0002108	1.665	26187.3179
0.20	0.088	0.0001866	1.474	23182.6965
0.15	0.066	0.0001457	1.151	18101.8537

D. Perhitungan Koefisien Gesek (f)

Setelah menghitung bilangan Reynolds (Re) yang menunjukkan aliran turbulen, langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien gesek (f) dengan menggunakan persamaan $f = 0.316 \times Re^{-0.25}$. Berdasarkan perhitungan, koefisien gesek untuk pipa ½ inci adalah 0.0238, untuk pipa ¾ inci adalah 0.0248, dan untuk pipa 1 inci adalah 0.0222. Hasil-hasil ini menunjukkan nilai koefisien gesek yang berbeda-beda untuk masing-masing pipa, namun tetap dalam kisaran yang sesuai dengan aliran turbulen. Perhitungan koefisien gesek ini penting untuk analisis lebih lanjut mengenai kehilangan energi akibat gesekan dalam sistem perpipaan (Tabel 4).

Tabel 4 Perhitungan Koefisien Gesek Pipa 1/2'

h	Volume	Debit	Kecepatan Aliran	Re	Koefisien Gesek (F)
(m)	(m ³)	(m ³ /s)	(m/s)		
0.35	0.154	0.0002516	1.987	31252.4306	0.0238
0.30	0.132	0.0002275	1.797	28257.9984	0.0244
0.25	0.110	0.0002108	1.665	26187.3179	0.0248
0.20	0.088	0.0001866	1.474	23182.6965	0.0256
0.15	0.066	0.0001457	1.151	18101.8537	0.0272

E. Perhitungan Kehilangan Energi

Dalam menghitung kehilangan energi pada pipa PVC, digunakan **Persamaan 3** untuk menghitung kerugian energi utama (major losses). Berdasarkan perhitungan, untuk pipa ½ inci, kehilangan energi pada panjang pipa 1 meter adalah 0.3766 m, pada panjang 2 meter adalah 0.7532 m, dan pada panjang 3 meter adalah 1.1298 m. Untuk pipa ¾ inci, kehilangan energi pada panjang pipa 1 meter adalah 0.0817 m, pada panjang 2 meter adalah 0.1634 m, dan pada panjang 3 meter adalah 0.2451 m. Sedangkan untuk pipa 1 inci, kehilangan energi pada panjang pipa 1 meter adalah 0.0766 m, pada panjang 2 meter adalah 0.1533 m, dan pada panjang 3 meter adalah 0.2299 m (Tabel 5)

Tabel 5 Perhitungan Kehilangan Energi Pada Pipa (D = 1/2')

h	Volume	Debit	Kehilangan Energi (Hf)		
			L/D (1 m)	L/D (2 m)	L/D (3 m)
0.35	0.154	0.000252	0.3766	0.7532	1.1298
0.30	0.132	0.000227	0.3157	0.6315	0.9472
0.25	0.110	0.000211	0.2849	0.5698	0.8548
0.20	0.088	0.000187	0.2233	0.4466	0.6699
0.15	0.066	0.000146	0.1448	0.2897	0.4345

F. Perhitungan Kehilangan Tekanan (Pressure Drop)

Perhitungan kehilangan tekanan (Pressure Drop) pada pipa galvanis dilakukan menggunakan **Persamaan 4**. Berdasarkan perhitungan, untuk pipa ½ inci, selisih ketinggian (Δh) adalah 27, sehingga kehilangan tekanan (Δp) dihitung sebesar 264.87 N/m². Untuk pipa ¾ inci, dengan selisih ketinggian (Δh) sebesar 25, kehilangan tekanan (Δp) adalah 245.25 N/m². Sedangkan untuk pipa 1 inci, dengan selisih ketinggian (Δh) sebesar 20, kehilangan tekanan (Δp) dihitung sebesar 196.20 N/m² (**Tabel 6**).

Tabel 6 Perhitungan Kehilangan Tekanan (Pressure Drop) Pada Pipa 1/2'

Debit (m ³ /s)	Pressure drop Δp	
	1 - 2 m	2 -3 m
0.000252	264.87	245.25
0.000227	186.39	107.91
0.000211	156.96	147.15
0.000187	117.72	107.91
0.000146	68.67	49.05

G. Tabel Rekapitulasi Analisa Kehilangan Energi Pada Pipa Galvanis

Rekapitulasi data untuk pipa galvanis dengan berbagai ukuran (1/2", 3/4", dan 1") yang mengukur berbagai parameter aliran fluida. Setiap ukuran pipa mencatat volume reservoir, waktu rata-rata aliran, debit (Q), kecepatan rata-rata (V), serta angka Reynolds (Re) yang menunjukkan jenis aliran (semua pipa mengalami aliran turbulen). Selain itu, tabel ini juga mencantumkan koefisien gesekan (F), kehilangan energi (Hf) pada berbagai jarak (1 m, 2 m, dan 3 m), serta penurunan tekanan (Δp) pada rentang jarak 1-2 m dan 2-3 m (**Gambar 1**).

H. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa variasi diameter pipa galvanis berpengaruh signifikan terhadap nilai debit aliran. Pipa galvanis dengan diameter terbesar (1 inci) menunjukkan debit tertinggi sebesar 0.0006647 m³/s dengan kecepatan aliran maksimum mencapai 1.313 m/s. Sementara itu, pipa dengan diameter lebih kecil, seperti ½ inci, menghasilkan debit yang lebih rendah, yaitu sekitar 0.0002516 m³/s, dengan kecepatan aliran sekitar 1.987 m/s. Perbedaan ini menunjukkan bahwa semakin besar diameter pipa, semakin besar pula debit aliran tetapi kecepatan aliran yang dicapai itu berbanding terbalik dengan diameter pipa. Hal ini berkaitan erat dengan luas penampang pipa yang mempengaruhi kemampuan aliran air. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran.

Gambar yang memperlihatkan hubungan antara debit dan kehilangan energi, tampak bahwa kehilangan energi meningkat seiring bertambahnya debit aliran dan juga Panjang pipa, yang juga berkaitan dengan diameter pipa galvanis yang digunakan. Pipa berdiameter ½ inci menunjukkan kehilangan energi yang lebih besar per meter panjang pipa dibandingkan dengan pipa berdiameter 1 inci. Misalnya, pada debit 0.0002516 m³/s (½ inci), kehilangan energi tercatat sebesar 1.1298 pada jarak 3 meter. Sebaliknya, pada pipa 1 inci dengan debit 0.0006647 m³/s, kehilangan energi hanya sebesar 0.2299 m pada jarak yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pipa dengan diameter lebih kecil menghasilkan gesekan yang lebih tinggi, sehingga kehilangan energi pun lebih besar. Selain itu, pengukuran pressure drop antara titik 1–2 meter dan 2–3 meter menunjukkan pola penurunan tekanan yang konsisten dengan peningkatan debit dan panjang pipa. Oleh karena itu, dalam sistem perpipaan,

penting untuk mempertimbangkan diameter pipa dan panjang jalur aliran karena keduanya secara langsung mempengaruhi besarnya kehilangan energi dalam sistem.

Ukuran Pipa	Volume Reservoir	Waktu rata-rata (tr)	Debit (Q)	Kecepatan Rata-Rata (V)	Re	Jenis Aliran	Koefisien Gesek (F)	Kehilangan Energi (Hf)			Pressure drop Δp	
	(m ³)	(s)	(m ³ /s)	(m/s)				1 m	2 m	3 m	1 - 2 m	2 - 3 m
1/2'	0.154	19.874	0.0002516	1.987	31252.43061	Turbulen	0.0238	0.3766	0.7532	1.1298	264.87	245.25
	0.132	21.980	0.0002275	1.797	28257.99845	Turbulen	0.0244	0.3157	0.6315	0.9472	186.39	107.91
	0.110	23.718	0.0002108	1.665	26187.3179	Turbulen	0.0248	0.2849	0.5698	0.8548	156.96	147.15
	0.088	26.792	0.0001866	1.474	23182.69655	Turbulen	0.0256	0.2233	0.4466	0.6699	117.72	107.91
	0.066	34.312	0.0001457	1.151	18101.85375	Turbulen	0.0272	0.1448	0.2897	0.4345	68.67	49.05
3/4'	0.154	15.832	0.0003158	1.109	26154.23639	Turbulen	0.0248	0.0817	0.1634	0.2451	245.25	206.01
	0.132	17.074	0.0002928	1.028	24251.72019	Turbulen	0.0253	0.0716	0.1432	0.2148	156.96	147.15
	0.110	18.156	0.0002754	0.967	22806.44804	Turbulen	0.0257	0.0667	0.1335	0.2002	147.15	127.53
	0.088	21.086	0.0002371	0.832	19637.3836	Turbulen	0.0267	0.0495	0.0990	0.1484	98.10	78.48
	0.066	31.804	0.0001572	0.552	13019.55322	Turbulen	0.0296	0.0241	0.0482	0.0723	58.86	49.05
1'	0.154	7.522	0.0006647	1.313	41286.28063	Turbulen	0.0222	0.0766	0.1533	0.2299	196.20	166.77
	0.132	8.924	0.0005603	1.106	34800.02274	Turbulen	0.0231	0.0568	0.1136	0.1705	137.34	117.72
	0.110	11.172	0.0004475	0.884	27797.65511	Turbulen	0.0245	0.0395	0.0790	0.1185	107.91	88.29
	0.088	12.574	0.0003976	0.785	24698.21878	Turbulen	0.0252	0.0312	0.0624	0.0935	78.48	58.86
	0.066	16.636	0.0003006	0.593	18667.67269	Turbulen	0.0270	0.0191	0.0382	0.0573	39.24	19.62

Gambar 1 Rekapitulasi Pipa Galvanis

4. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kehilangan energi pada pipa baja dengan diameter berbeda memiliki pola yang signifikan, di mana pipa dengan diameter lebih kecil ($\frac{1}{2}$ inci) mengalami kehilangan energi yang lebih besar (1,1298 m) dibandingkan dengan pipa $\frac{3}{4}$ inci (0,2451 m) dan 1 inci (0,2299 m), yang mengindikasikan bahwa semakin kecil diameter pipa, semakin besar gesekan aliran yang menyebabkan kehilangan energi. Selain itu, penurunan tekanan air pada pipa lurus baja juga dipengaruhi oleh panjang pipa, dengan penurunan tekanan lebih besar pada titik 1–2 meter (27 bar) dan titik 2–3 meter (25 bar) pada pipa berdiameter $\frac{1}{2}$ inci. Hal ini menunjukkan bahwa panjang pipa dan posisi pengukuran memiliki pengaruh signifikan terhadap distribusi tekanan dalam sistem perpipaan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, T., Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Akibat Perubahan Tata Guna Lahan. *Jurnal Flyover*, 2(2), 66–75. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I2.1343>
- Akbar, M., Taufiq., Sulhairi., Thaha, M, A., & Bakri, B., (2022), Studi Eksperimental Kecepatan Aliran Slurry Pada Saluran Tertutup. Departemen Teknik sipil, fakultas teknik, universitas Hasanuddin, Makassar: 25(1).
- Akmal, S., Nasrul., dan Ishak., (2019). Analisa Profil Aliran Fluida Cair Dan Pressure Drop Pada Pipa L Menggunakan Metode Simulasi Computation Fluid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Aceh Utara: 97-108.
- Alkidin, H., Santosa, H., & Sutoyo, E. (2023). Analisis Head Losses Pada Circulating Fluida Air Dalam Dua Jenis Pipa. *Jurnal Teknik Mesin*. Bogor: 9(1).
- Almadya, R., Siswanto., & Fuzi, M. (2017). Analisis Kehilangan Energi Pada Pipa Transmisi Spam Kecamatan Mempura. *Jurnal Jom Fteknik*. Pekanbaru: 4(2).
- Anas, I. Setiadi, Y. dan Ishak. (2017). Pengaruh Metode Sterilisasi Terhadap Sinar Gamma Co-60 Dan Autoklaf Terhadap Bahan Pembawa, Viabilitas Spora Gigaspora Margarita dan Keersediaan Fe, Mn, dan Zn. *Jurnal Tanah dan Iklim*. Jakarta: 41.1-8.
- Aprizal. (2017). Ancangan Alat Sistem Pemipaan Dengan Cara Teoritis Untuk Uji Pompa Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*. Riau.

- Ariesandy Maya A, J. S., Musa, R., & Sar, M. (2024). Kajian Sumur Resapan Dalam Mengurangi Risiko Limpasan Permukaan di Kawasan Pondambea Kota Kendari. *Jurnal Flyover*, 4(1), 167–180. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2175>
- Aryanto, R. (2020). *Analisa Tegangan Ekspansi Pada Pipa Seamless Carbon Steel*. Skripsi. Institut Teknologi Naional Malang.
- Aunurrafiq, Musa, R., & Sar, M. (2024). Kajian Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir. *Jurnal Flyover*, 4(1), 87–98. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2168>
- Chayono, N, E., (2017). *Analisis Aliran Fluida Dalam Pipa Terhadap Kontraksi Dan Pembesaran Diameter Pipa*. Skripsi: Universitas Tidar Magelang.
- Dairi, R, H., & Sukarmin, M. (2022). Sistem Jaringan Distribusi Perpipaan Air Bersih Di Kecamatan Mawasangka Timur Kabupaten Buton Tengah. *Jurnal Inovasi Teknik Sipil*. Bau-bau: 11(1).
- Fernanda, F., Ashad, H., & SAR, M. (2024). Kajian Pola Hujan Akibat Pemanasan Global pada DAS Konaweha Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Flyover*, 4(2), 191–202. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2177>
- Fikri Wahyuddin, M. S., Musa, R., & Ashad, H. (2024). Kajian Koefisien Limpasan Penutup Lahan dengan Perkerasan Aspal (Uji Laboratorium). *Jurnal Flyover*, 4(1), 133–142. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2172>
- Hidayat, M. I., Hadi, A. K., & Musa, R. (2022). Kelayakan Proyek Pembangunan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi (DI) Teko Kabupaten Sinjai. *Jurnal Flyover*, 2(2), 86–98. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I2.1346>
- Kasrawawi, Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Perbaikan Alur Sungai Akibat Debit Banjir. *Jurnal Flyover*, 2(1), 48–55. <https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.871>
- Katili, N. P. R., Musa, R., & SAR, M. (2024). Evaluasi Kinerja Sistem Irigasi pada Daerah Irigasi Posso Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Flyover*, 4(2), 211–224. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2180>
- Kurniawati, A., Musa, R., Mallombassi, A., & Wellang, M. (2021). Kajian Debit Banjir di Wilayah Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Grafik Creager. *Jurnal Flyover*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.755>
- Kustanto, H., & Yunianto, J. (2016). Kajian Pengaruh Variasi Diameter Pipa Hisap PVC Pada Sistem Perpipaan Tunggal Pompa Sanyo. *Jurnal Teknika ATW*: 08(10).
- Maddi, H. C., Musa, R., & Ashad, H. (2021). Kajian Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Waduk Regulasi. *Jurnal Flyover*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.658>
- Mohamad, I., Musa, R., & Ashad, H. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Petugas Operasi dan Pemeliharaan dalam Pengelolaan Operasi Jaringan Irigasi. *Jurnal Flyover*, 1(2), 48–59. <https://doi.org/10.52103/JFO.V1I2.750>
- Muhidin, A. H., Musa, R., & Latif, A. A. (2024). Kajian Potensi Sedimen Di Sub-DAS Bionga-Bulota terhadap Upaya Penanganan Pendangkalan Danau Limboto. *Jurnal Flyover*, 4(2), 359–369. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2204>
- Nirmalawaty, D., Musa, R., & Latif, A. A. (2024). Kajian Peran P3A Sipakainga 1 terhadap Kinerja Jaringan Irigasi Saddang UPTD Langnga Kabupaten Pinrang. *Jurnal Flyover*, 4(2), 235–246. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2192>
- Oemiati, N. Kimi, S. Anggraini, R. 2021. Analisa Faktor Kehilangan Energi Pada Ditribuasi Pipa Dari Booster Kertapati Sampai Kawasan Pasar. *Jurnal Teknik Sipi*. Palembang: 7(1).
- Poleanto, E., Musa, R., & Subhan, A. M. (2024). Kajian Kinerja Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi D.I Bendung Amohalo Kota Kendari. *Jurnal Flyover*, 4(1), 181–190. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2176>
- Priyanto, R. E., Musa, R., & SAR, M. (2024). Kajian Geometrik dan Kapasitas Penampang Sungai Klagison Kota Sorong Menggunakan Metode HEC-RAS. *Jurnal Flyover*, 4(2), 287–298. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2197>
- Putri, A. S. S., Ashad, H., & SAR, M. (2024). Kajian Model Debit Banjir Hidrograf Daerah Aliran Sungai Maros. *Jurnal Flyover*, 4(2), 247–256. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2193>
- Rahma, S. H., Hatta, M. P., Bakri, B., & Sulhairi. (2021). *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*. Studi Eksperimental Tekanan Jaringan Perpipaan , 9-10.
- Riani, , I., Loatari, A., Wahyudi, M, A., (2023). Pengaruh Variasi Diameter Pipa Dan Bukaak Katup Pada Alat Uji Osborne Reynolds Appartus. *Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur*. Gresik: 8(1). 30-36.

- Ribowo, L., Ashad, H., & SAR, M. (2024). Analisis Pola Hujan Terhadap Parameter Iklim Subdas Klagison Kota Sorong. *Jurnal Flyover*, 4(2), 313–322. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2199>
- Riduan, Musa, R., & Latif, A. A. (2024). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Jongaya dengan Menggunakan Software HEC-RAS. *Jurnal Flyover*, 4(2), 225–234. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2181>
- Rizal, R. (2023). Kajian Potensi Pemanfaatan Air Tanah Berdasarkan Data Geolistrik Resistiviti untuk Air Baku. *Jurnal Flyover*, 3(2), 120–128. <https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1637>
- Rizky Auliarahman, R., Musa, R., & Mallombassi, A. (2024). Kajian Penilaian Kerusakan Jaringan Irigasi Bila Kanan, Kabupaten Sidenreng Rappang. *Jurnal Flyover*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2153>
- Saputra, R. E., Musa, R., & Ashad, H. (2024). Kajian Debit Banjir Sungai terhadap Kala Ulang pada Sungai Wanggu di Kota Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Flyover*, 4(2), 323–332. <https://doi.org/10.52103/JFO.V4I2.2200>
- Sihombing, A, W, E., Yudo, H., dan Amiruddin, W. (2017). Analisa Kekuatan Pipa Miter Bend Dengan Variasi Sudut Akibat Beban Momen Bending. *Jurnal Teknik Perkapalan*. Semarang: 5 (4). 1-6.
- Siregar, I, A, R,. (2022) Pengaruh Katup Ekspansi Termostatik Dan Pipa Kapiler Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. Riau: 21(2), 44-51.
- Suripin. (2019). *Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbuka*. Yogyakarta: ANDI.
- Syahrizal, R., Armaja., dan Akbar, A., (2023). Analisa Head Losses Aliran Laminar Pada Instalasi Perpipaan Laboratorium FDM. *Prosiding SEMNAS INOTEK*. Kediri : Vol 7.
- Untung Surya Dharma, G. P. (2012). Teknik Mesin. PENGARUH PERUBAHAN LAJU ALIRAN TERHADAP TEKANAN DAN JENIS ALIRAN YANG TERJADI PADA ALAT UJI PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA , 1-2.
- Waspodo. (2017). Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. 4-5.
- Wibowo, S, A., Setianingrum, E. (2017) Analisa Kesesuaian Pipa Baja Untuk Konstruksi Umum Berdasarkan Sni 0068:2013. *Jurnal UMJ*. Jakarta: 1.
- Yamin, A., Ashad, H., & Sar, M. (2024). Kajian Kerusakan Bangunan Pantai pada Kawasan Anaiwoi – Kampung Bajo Kabupaten Kolaka. *Jurnal Flyover*, 4(1), 121–132. <https://doi.org/10.52103/JFO.V5I1.2171>
- Zainuddin. Sayoga, I, M, A. & Nuarsa, I, M. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa. *Dinamika Teknik Mesin*. Mataram: 2(2), 75-83.
- Zulhadi, Julianto, E., & Zulyan, M. (2020). Teknik Mesin Fakultas Teknik. Analisa Perubahan Debit Terhadap Kehilangan Tekanan Pada Perubahan Penampang Alat Uji Sistem Aliran Fluida Menggunakan Pipa Galvanis Skala Laboratorium , 1-2.