

ANALISA KERUGIAN *HEAD* PADA BERBAGAI JENIS *VALVE* TERHADAP
VARIASI BUKAAN *VALVE*

Abdul Malik*, Siti Zahara Nuryanti*, Ratih Diah Andayani*, Rita Djunaidi*

*Prodi teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA, Jalan Mayor Ruslan, Palembang,
Sumatera Selatan, Indonesia*Email : Malik.syafira@gmail.com

ABSTRAK

Valve berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka dan menutup aliran fluida. *Valve* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *Gate valve*, *Globe valve* dan *Ball valve*. *Valve* yang diuji adalah *valve* berukuran $\frac{3}{4}$ inci. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kerugian *head* pada 3 jenis *valve*, yaitu: *Gate valve*, *Globe valve* dan *Ball valve*. Nilai Kerugian *head* diperoleh berdasarkan dari variasi bukaan *valve* tersebut. Variasi bukaan *valve* tersebut adalah dimulai dari bukaan $\frac{1}{4}$, bukaan $\frac{1}{2}$, bukaan $\frac{3}{4}$, dan bukaan penuh. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan bukaan *valve* semakin besar maka nilai kerugian *head* (h_L) nya semakin kecil. Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai koefisien kerugian (K_L) yang terendah adalah jenis *gate valve*, yaitu dengan nilai 74,71 pada bukaan $\frac{1}{4}$, 16,02 pada bukaan $\frac{1}{2}$, 2,96 pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 2,29 pada bukaan penuh. Untuk jenis *Globe valve* dengan nilai 94,17 pada bukaan $\frac{1}{4}$, 36,51 pada bukaan $\frac{1}{2}$, 25,07 pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 21,23 pada bukaan penuh. Untuk jenis *Ball valve* dengan nilai 317,47 pada bukaan $\frac{1}{4}$, 87,55 pada bukaan $\frac{1}{2}$, 26,11 pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 4,30 pada bukaan penuh.

Kata Kunci: *gate valve*, *globe valve*, *ball valve* kerugian *head minor*, koefisien kerugian *head*.

1. PENDAHULUAN

Valve yang terpasang pada sistem perpipaan, berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida, *valve* ketika terbuka memiliki hambatan aliran dan hilang tekanan yang minimum. *Valve* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi head loss atau kehilangan tinggi tekanan pada fluida yang mengalir pada instalasi perpipaan. Fluida yang mengalir dalam pipa tertutup, baik pada aliran laminar maupun aliran turbulen pasti mengalami head loss, Head loss sangat merugikan pada sistem aliran perpipaan karena dapat menurunkan efisiensi aliran fluida.

Dengan mengetahui kehilangan atau kerugian energi dalam suatu sistem katup, maka efisiensi penggunaan energi dapat ditingkatkan sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Pada penelitian ini digunakan tiga jenis *valve* yaitu *gate valve*, *globe valve* dan *ball valve*, dari ketiga jenis paling tersebut *valve* yang mana yang mempunyai nilai kerugian head yang terbesar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kerugian *head* dari ketiga jenis *valve* serta mencari jenis *valve* yang memiliki nilai koefisien kerugian terkecil dari ketiga jenis *valve* yang diuji dengan memvariasikan bukaan *valve*.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode *Eksperimental*, yaitu dengan membuat alat perangkat uji, pengamatan perbedaan nilai h_L dan pengamatan perbedaan koefisien kerugian gesek (K_L) pada alat uji.

2.1. Alat dan Bahan

Salah satu komponen yang penting pada sistem perpipaan adalah katup (*valve*) Gambar 1. *Valve* dapat dioperasikan secara manual dan juga dapat dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran tekanan, suhu dan lain-lain. Ada bermacam-macam jenis *valve* dengan karakteristik dan cara kerja yang berbeda antara lain, *Butterfly valve*, *gate valve*, *plug valve*, *globe valve*, *ball valve*, *needle valve*, *diaphragm valve*, *check valve*, *pressure relief valve*, *pressure reducing valve*, *traps valve*.



Gambar 1. Valve yang digunakan dalam penelitian a) gate valve, b) globe valve, c) ball valve

a) Gate valve

Gate valve adalah jenis katup yang digunakan untuk membuka aliran dengan cara mengangkat gerbang penutupnya. *Gate valve* pada dasarnya bertindak sebagai *stop valve*, penggunaan *gate valve* terbuka penuh dan tertutup sepenuhnya, jangan setengah/separuh. *Gate valve* merupakan jenis *valve* yang paling sering dipakai dalam sistem perpipaan.

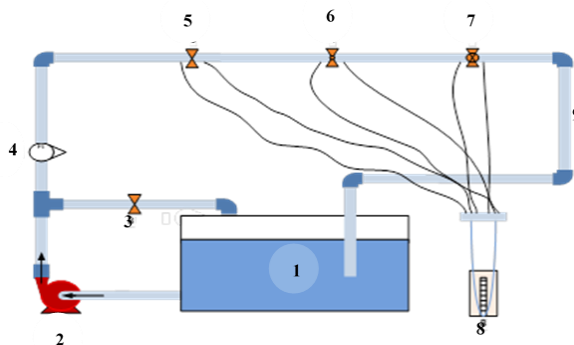
b) Globe valve

Globe Valve digunakan untuk mengatur besar kecilnya laju aliran fluida dalam pipa (*throttling*). Prinsip dasar dari operasi *globe valve* adalah gerakan tegak lurus *disk* dari dudukannya besarnya aliran zat yang melewati *valve* bisa diatur. Dudukan *Valve* yang sejajar dengan aliran membuat *Globe Valve* efisien ketika mengatur besar kecilnya aliran *globe valve* tidak disarankan digunakan pada sistem yang menghindari penurunan tekanan, dan sistem yang menghindari tahanan pada aliran.

c) Ball valve

Ball valve adalah sebuah *valve* atau Katup dengan pengontrol aliran berbentuk *disc* bulat (seperti bola/belahan). Bola itu memiliki lubang, yang berada di tengah sehingga ketika lubang tersebut segaris lurus atau sejalan dengan kedua ujung *valve* / katup, maka fluida akan mengalir. *Ball valve* banyak digunakan karena kemudahannya dalam perbaikan dan kemampuan untuk menahan tekanan dan suhu tinggi, tergantung dari material apa dibuat. *Ball valve* digunakan secara luas dalam aplikasi industri karena mereka sangat serbaguna. Ukurannya biasanya berkisar 0,2-11,81 inci (0,5 cm sampai 30 cm). *Ball valve* dapat terbuat dari logam, plastik atau pun dari bahan keramik. Bolanya sering dilapisi chrome untuk membuatnya lebih tahan lama.

Dalam penelitian ini, alat dan bahan yang sudah di persiapkan sebelumnya akan dibuat menjadi sebuah rangkaian alat uji. Adapun rangkaian alat uji yang telah dibuat seperti Gambar 2.



Keterangan Gambar 2:

1. Reservoir (bak penampung)
2. Pompa
3. Control valve
4. Rotameter
5. Gate valve
6. Globe Valve
7. Ball Valve
8. Manometer U (Hg)
9. Pipa PVC

Gambar 2. Rangkaian Alat Penelitian

2.2. Cara Kerja Rangkaian Uji

Cara kerja dari rangkaian alat uji ini adalah dengan memompakan fluida dalam *reservoir* melalaui pipa hisap, kemudian diatur debitnya dengan katup kontrol, kemudian fluida masuk ke *Flowmeter*, mengalir ke *Valve Uji*, dan pancaran fluida yang mengalir dari ujung pipa yang melewati alat uji *valve* akan mengalir kembali ke *reservoir* melalui pipa balik.

Persiapan pengujian

1. Pastikan bahwa *reservoir* sudah cukup terisi air yang akan digunakan untuk pengujian.
2. Pastikan dan periksa posisi dari ketiga *Valve* yang akan diuji pada posisi terbuka penuh.
3. Buka katup kontrol sedikit saja.
4. Pastikan rangkaian alat uji dalam kondisi baik.
5. Pastikan pompa terhubung pada listrik dan saklar pada posisi *off*.

Prosedur Pengujian

1. Hidupkan pompa, biarkan fluida mengalir dan memenuhi pipa uji untuk beberapa saat.
2. Atur debit aliran yang mengalir ke pipa uji dengan katup kontrol dan lihat debit yang mengalir pada *flowmeter*.
3. Setelah *flowmeter* menunjukkan pas pada debit yang kita inginkan, Catat hasil pengukuran debit aliran.
4. Atur bukaan *valve Uji*.
Bukaan *valve* diatur dengan perhitungan jumlah derajat putaran bukaan *valve* pada posisi buka penuh sampai tertutup penuh. Kemudian jumlah derajat putaran bukaan *valve* tersebut dibagi empat karena pada pengujian dilakukan dengan variasi empat bukaan yaitu buka $\frac{1}{4}$, buka $\frac{1}{2}$, buka $\frac{3}{4}$, dan buka penuh.
 - a. Untuk *Gate valve* jumlah derajat bukaan *valve* adalah $1880^\circ : 4 = 470^\circ$, sehingga setiap satu bukaan untuk *gate valve* diputar 470° .
 - b. Untuk *Globe valve* jumlah derajat bukaan *valve* adalah $2000^\circ : 4 = 500^\circ$, sehingga setiap satu bukaan untuk *Globe valve* diputar 500° .
 - c. Untuk *Ball valve* jumlah derajat bukaan *valve* adalah $60^\circ : 4 = 15^\circ$, sehingga setiap satu bukaan untuk jenis *Ball valve* diputar 15° .
5. Buka *gate valve* pada posisi terbuka penuh.
 - a. Lihat debit pada *flowmeter* catat debitnya.
 - b. Ukur selisih ketinggian *head* (h_L) pada manometer Hg.
6. Buka *gate valve* pada posisi $\frac{3}{4}$ terbuka.
 - a. Lihat debit pada *flowmeter* catat perubahan debitnya.
 - b. Ukur selisih ketinggian *head* (h_L) pada manometer Hg.
7. Buka *gate valve* pada posisi $\frac{1}{2}$ terbuka.
 - a. Lihat debit pada *flowmeter* catat perubahan debitnya.
 - b. Ukur selisih ketinggian *head* (h_L) pada manometer Hg.
8. Buka *gate valve* pada posisi $\frac{1}{4}$ terbuka.
 - a. Lihat debit pada *flowmeter* catat perubahan debitnya.
 - b. Ukur selisih ketinggian *head* (h_L) pada manometer Hg.
9. Ulangi proses 5, 6, 7 dan 8 untuk *globe valve* dan *ball valve*.
10. Setelah semua proses pengujian dan pengamatan selesai matikan saklar pompa, tutup katup kontrol dan bersihkan kembali rangkaian alat uji.

2.3. Data Pengujian

Hasil pengambilan data disajikan pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3, data diambil dari hasil pengukuran Q pada *Flowmeter*, dan hasil pengukuran h_L pada *manometer* Hg pipa U.

Tabel 1

Hasil pengujian *Gate valve*

No	Bukaan Valve	Q (L/menit)	H _L (mmHg)	Q rata-rata (L/menit)	H _L rata-rata (mmHg)
1	470° (terbuka ¼)	11,4	69	11,4	70
		11,4	71		
		11,4	70		
2	940° (terbuka ½)	14,7	21	14,26	21,67
		14,05	23		
		14,05	21		
3	1410° (terbuka ¾)	15,35	5,5	15,35	5,17
		15,35	5		
		15,35	5		
4	1880° (terbuka penuh)	15,35	3,5	15,35	4
		15,35	5		
		15,35	3,5		

Tabel 2

Hasil pengujian *Globe valve*

No	Bukaan Valve	Q (L/menit)	H _L (mmHg)	Q rata-rata (L/menit)	H _L rata-rata (mmHg)
1	500° (terbuka ¼)	11,4	87	11,4	88,67
		11,4	87		
		11,4	92		
2	1000° (terbuka ½)	14,7	49	14,26	49
		14,05	49		
		14,05	49		
3	1500° (terbuka ¾)	15,35	41	15,01	40,33
		14,7	40		
		15	40		
4	2000° (terbuka penuh)	15,35	39,5	15,35	36,83
		15,35	36		
		15,35	35		

Tabel 3

Hasil pengujian *Ball valve*

No	Bukaan Valve	Q (L/menit)	H _L (mmHg)	Q rata-rata (L/menit)	H _L rata-rata (mmHg)
1	15° (terbuka ¼)	9,4	203	9,45	203
		9,55	202		
		9,4	204		
2	30° (terbuka ½)	13,35	120	13,45	115
		13,65	110		
		13,35	115		
3	45° (terbuka ¾)	14,4	38	14,4	39
		14,4	38		
		14,4	41		
4	60° (terbuka penuh)	15,23	7	15,23	7
		15,23	7		
		15,23	7		

3. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan pemasangan alat uji

Dari rangkaian alat uji diketahui:

Diameter dalam pipa (D)	: 22 mm
Luas penampang pipa (A)	: $3,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Densitas air (ρ)	: $995,7 \text{ kg/m}^3$ pada suhu 30°
Viscositas Dinamic (μ)	: $0,798 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$
Debit maks <i>flowmeter</i> (Q)	: $27 \text{ L/menit} = 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

Kecepatan rata-rata:

$$V_{rata-rata} = \frac{Q}{A} = 1,18 \text{ m/s}$$

$L_e/D = 0,06 \text{ Re}$ untuk aliran laminar

$L_e/D = 4,4 (\text{Re})^{1/6}$ untuk aliran Turbule

3.2. Perhitungan Bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{\left(995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(1,18 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) (0,022 \text{ m})}{(0,798 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s})} = 32391,44$$

$$\begin{aligned} L_e/D &= 4,4 (\text{Re})^{1/6} \\ L_e &= 4,4 D (\text{Re})^{1/6} \\ &= 4,4 \times 0,022 \text{ m} (32391,44)^{1/6} = 0,546 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi jarak pemasangan antar *valve* uji pada rangkaian minimal 0,546 m.

A. Perhitungan Debit (Q)

Dari data hasil pengujian, nilai Q yang ditunjukkan oleh *flowmeter* dalam satuan (L/m) da harus dikonversi dalam satuan (m^3/s).

Gate Valve

$$Q = 11,4 \text{ L/menit} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{menit} = 1,9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Globe Valve

$$Q = 11,4 \text{ L/menit} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{menit} = 1,9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Ball Valve

$$Q = 9,45 \text{ L/menit} = 9,45 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit} = 1,57 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan Kecepatan (V)

Gate Valve:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(1,9 \times 10^{-4}) \text{ m}^3/\text{s}}{(3,8 \times 10^{-4}) \text{ m}^2} = 0,5 \text{ m/s}$$

Globe Valve:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(1,9 \times 10^{-4}) \text{ m}^3/\text{s}}{(3,8 \times 10^{-4}) \text{ m}^2} = 0,5 \text{ m/s}$$

Ball Valve:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(1,57 \times 10^{-4}) \text{ m}^3/\text{s}}{(3,8 \times 10^{-4}) \text{ m}^2} = 0,41 \text{ m/s}$$

B. Perhitungan Kerugian Head (h_L) mH₂O

Pada tahap ini sebelum mencari nilai *Koefisien* kerugian (K_L), maka nilai kerugian *head* (h_L) hasil pengujian yang ditunjukkan oleh *manometer* dalam satuan mmHg harus diubah dahulu ke mH₂O,

$$(h_L \rho)_{\text{H}_2\text{O}} = (h_L \rho)_{\text{Hg}}$$

$$(h_L)_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(h_{\text{LHg}} \cdot \rho_{\text{Hg}})}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Gate Valve:

$$(h_L)_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(0,07 \text{ m}) \cdot (13530,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{(995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} = 0,951 \text{ m}$$

Globe Valve:

$$(h_L)_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(0,886 \text{ m}) \cdot (13530,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{(995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} = 1,204 \text{ m}$$

Ball Valve:

$$(h_L)_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(0,203 \text{ m}) \cdot (13530,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{(995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} = 2,76 \text{ m}$$

C. Perhitungan Koefisien kerugian (K_L)

$$h_L = K_L \frac{v^2}{2g} \quad \longrightarrow \quad K_L = h_L \frac{2 \cdot g}{v^2}$$

Gate valve:

$$K_L = \frac{2 \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot (0,951 \text{ m})}{(0,5 \text{ m/s})^2} = 74,63$$

Globe Valve:

$$K_L = \frac{2 \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot (1,04 \text{ m})}{(0,5 \text{ m/s})^2} = 94,49$$

Ball Valve:

$$K_L = \frac{2 \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot (2,76 \text{ m})}{(0,413 \text{ m/s})^2} = 317,17$$

3.3. Hasil pengolahan data

Dari hasil pengolahan data secara keseluruhan kerugian minor *losses*, tersebut dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4

Hasil pengolahan data *Gate Valve*

No	Bukaan Valve	Q (m ³ /s)	h _L (mH ₂ O)	V (m/s)	K _L
1	Buka ¼	0,00019	0,951	0,5	74,63
2	Buka ½	0,00023	0,294	0,6	16,02
3	Buka ¾	0,00025	0,07	0,68	2,97
4	Buka penuh	0,00026	0,054	0,68	2,291

Tabel 5

Hasil pengolahan data *Globe Valve*

No	Bukaan Valve	Q (m ³ /s)	h _L (mH ₂ O)	V (m/s)	K _L
1	Buka ¼	0,00019	1,204	0,5	94,49
2	Buka ½	0,00023	0,665	0,6	36,873
3	Buka ¾	0,00025	0,543	0,65	25,215
4	Buka penuh	0,00026	0,502	0,68	21,3

Tabel 6

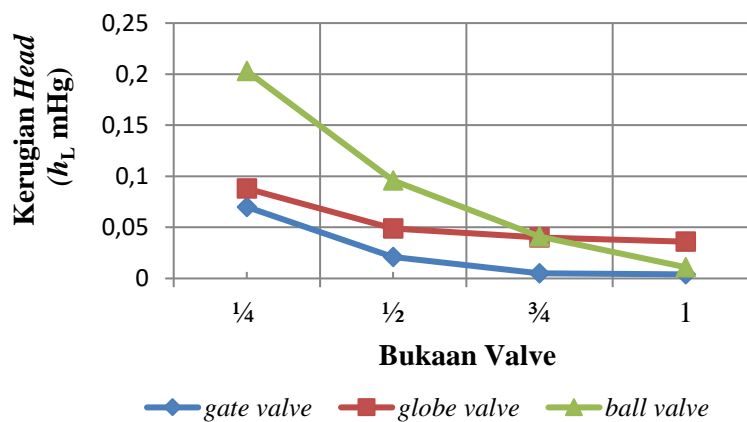
Hasil pengolahan data *Ball Valve*

No	Bukaan Valve	Q (m ³ /s)	h _L (mH ₂ O)	V (m/s)	K _L
1	Buka ¼	0,000157	2,76	0,413	317,17
2	Buka ½	0,000225	1,562	0,592	87,445
3	Buka ¾	0,00024	0,53	0,631	26,116
4	Buka penuh	0,00025	0,095	0,658	4,3

3.4. Pembahasan

A. Pengaruh Jenis Valve terhadap Kerugian head (h_L)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, untuk memudahkan dalam melihat pengaruh variasi bukaan *valve* terhadap kerugian head (h_L) disajikan pada Gambar 3.

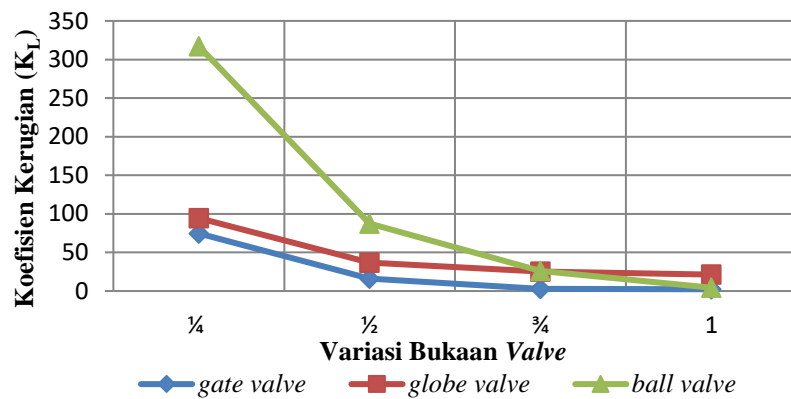


Gambar 3. Kurva Pengaruh Jenis Valve terhadap kerugian head (h_L)

Dari Gambar 3. Pengaruh variasi bukaan *valve* terhadap kerugian *head* (h_L) untuk ketiga jenis *valve* menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu menurun seiring bertambah besarnya bukaan *valve*. *Gate valve* memiliki nilai kerugian *head* (h_L) paling rendah dibandingkan dengan jenis *ball valve* dan *globe valve*, dimana nilai h_L untuk *gate valve* adalah 0,951 m pada bukaan $\frac{1}{4}$ 0,294 m pada bukaan $\frac{1}{2}$ 0,070 m pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 0,054 pada bukaan penuh. Untuk *globe valve* nilai h_L nya adalah 1,204 m pada bukaan $\frac{1}{4}$ 0,665 m pada bukaan $\frac{1}{2}$ 0,54 m pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 0,502 m pada bukaan penuh. Dan untuk *ball valve* adalah 2,76 m pada bukaan $\frac{1}{4}$ 1,562 m pada bukaan $\frac{1}{2}$, 0,530 m pada bukaan $\frac{3}{4}$, dan 0,095 m pada bukaan penuh.

B. Pengaruh Variasi bukaan *valve* terhadap koefisien kerugian (K_L)

Pengaruh variasi bukaan *valve* terhadap koefisien kerugian (K_L) disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik variasi bukaan *valve* terhadap koefisien kerugian (K_L) untuk *gate valve*, *globe valve* dan *ball valve*

Dari gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa nilai koefisien kerugian (K_L) terendah adalah untuk jenis *gate valve*, dengan nilai 74,63 untuk bukaan $\frac{1}{4}$, 16,02 untuk bukaan $\frac{1}{2}$, 2,97 untuk bukaan $\frac{3}{4}$, dan 2,291 untuk bukaan penuh, kenaikan nilai koefisien kerugiannya cenderung lebih kecil pada posisi bukaan penuh, bukaan $\frac{3}{4}$, dan bukaan $\frac{1}{2}$, dikarenakan hambatan aliran fluida pada posisi bukaan tersebut untuk jenis *gate valve* lebih sedikit dibandingkan pada jenis *globe valve* dan *ball valve*. sehingga jika diasumsikan berdasarkan fungsinya jenis *gate valve* memang layak jika digunakan sebagai bukaan tutup aliran dan pengatur debit aliran.

Globe valve memiliki nilai koefisien kerugian (K_L) lebih besar dibanding *gate valve*, namun perubahan kenaikan nilainya lebih sedikit dibanding *gate valve*, yaitu 94,49 untuk bukaan $\frac{1}{4}$ 36,873 untuk bukaan $\frac{1}{2}$ 25,215 untuk bukaan $\frac{3}{4}$ dan 21,30 untuk bukaan penuh. Hal ini dikarenakan pada jenis *globe valve* sendiri konstruksinya lebih banyak hambatan pada saat fluida mengalir didalam *valve* tersebut, sehingga nilai koefisien kerugian (K_L) lebih besar dibanding *gate valve*. akan tetapi perubahan kenaikan nilai koefisien kerugian (K_L) lebih sedikit dibanding *gate valve* karena jenis *globe valve* memang didesain untuk mengatur debit aliran.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa untuk jenis *ball valve* nilai koefisien kerugian (K_L) untuk bukaan penuh adalah paling rendah dari *gate valve* dan *globe valve* yaitu dengan nilai 4,3. Hal ini dikarenakan jenis *ball valve* berfungsi sebagai bukaan tutup aliran, sehingga waktu posisi terbukaan penuh *ball valve* harus mempunyai kerugian sekecil mungkin. Dan jika dilihat dari konstruksinya pada posisi terbukaan penuh, hambatan aliran fluida yang melalui *valve* ini sangat kecil, karena diameter lubang bolanya sama dengan diameter pipa. Pada bukaan $\frac{1}{4}$ bukaan $\frac{1}{2}$ dan bukaan $\frac{3}{4}$ kenaikan nilai koefisien kerugian (K_L) sangat besar dikarenakan *ball valve* memang tidak cocok digunakan untuk mengatur debit aliran.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kerugian *head* (h_L) dan koefisien kerugian (K_L) dipengaruhi oleh bukaan *valve*, semakin besar bukaan *valve*, maka nilai kerugian *head* (h_L) dan koefisien kerugian (K_L) semakin kecil.
2. Dari hasil pengujian yang telah penulis lakukan *valve* yang memiliki nilai kerugian *head* (h_L) dan koefisien kerugian (K_L) paling rendah adalah jenis *gate valve* dibanding *globe valve* dan *ball valve*, yaitu dengan nilai h_L untuk *gate valve* adalah 0,951 m pada bukaan $\frac{1}{4}$ 0,294 m pada bukaan $\frac{1}{2}$, 0,070m pada bukaan $\frac{3}{4}$ dan 0,054 pada bukaan penuh. Dan nilai koefisien kerugian (K_L) 74,63 untuk buka $\frac{1}{4}$ 16,02 untuk buka $\frac{1}{2}$ 2,97 untuk buka $\frac{3}{4}$, dan 2,291 untuk buka penuh.

DAFTAR PUSTAKA

Cengel, A. Yunus & Boles, A. Michael. 2015. *Thermodynamics An Engineering. Approach, Eighth Edition*

Munson, R. Bruce dkk. 2002. *Mekanika Fluida. Jilid 2*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Raswari. 2010. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia.

Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta. PT Pradnya Paramita.

Utomo, Agung Aprianto 2017. *Analisa Aliran Laminer Dan Turbulen Pada Alat Praktikum Fenomena Dasar Dengan Variasi Debit Aliran*. Universitas Iba. Palembang.

<https://www.slideshare.net/risnadisyarif/macammacam-dan-fungsi-dari-valve>. (Diakses Tanggal 18 Februari 2018).

<https://sumberteknikproteksindo.wordpress.com/edukasi/definisi-valve-jenis-dan-fungsi/>. (Diakses Tanggal 02 Februari 2018).

<http://www.kitomaindonesia.com/article/21/valve-solenoid-valve-jenis-valve>. (Diakses Tanggal 02 Februari 2018).

https://www.kitz.co.jp/english2/dl_catalog.html. (Diakses Tanggal 18 Februari 2018).

<https://infohargamaterial.com/harga-pipa-paralon-per-meter/>. (Diakses tanggal 04 April 2018).