

**SKRIPSI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA MELALUI *BALL*  
*VALVE, GATE VALVE, DAN GLOBE VALVE***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**FATHUR RAHMAN SIGARA**

**D021 20 1064**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA MELALUI *BALL VALVE, GATE VALVE, DAN GLOBE VALVE***

Disusun dan diajukan oleh

**FATHUR RAHMAN SIGARA**

**D021 20 1064**

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 6 Agustus 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,  
Pembimbing Utama



**Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T.**

**NIP. 19591220 198601 1 001**

Ketua Program Studi,



**Dr. Ir. Muhammad Svahid, S.T., M.T.**

**NIP. 19770707 200511 1 001**



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathur Rahman Sigara  
NIM : D021 20 1064  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“Analisis Karakteristik Aliran Fluida Melalui *Ball Valve, Gate Valve,*  
*dan Globe, Valve*”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 6 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

  
Fathur Rahman Sigara



## ABSTRAK

**FATHUR RAHMAN SIGARA**, *Analisis Karakteristik Aliran Fluida Melalui Ball Valve, Gate Valve, dan Globe Valve* (dibimbing oleh Nasaruddin Salam)

Sistem perpipaan adalah suatu alat berupa rangkaian pipa yang dirancang sedemikian rupa digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya yang digunakan untuk kebutuhan industri. Dari banyaknya pemakaian sistem perpipaan serta banyaknya sambungan yang digunakan misalnya katup, penampang berubah, belokan, sehingga timbul permasalahan. Salah satu permasalahan tersebut adalah terjadinya *head losses* yang disebabkan karena terdapat koefisien kerugian terhadap aliran fluida setiap melalui rangkaian sistem perpipaan.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai koefisien kerugian yang terjadi pada aliran fluida yang melalui *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai koefisien kerugian, nilai debit aliran, nilai bilangan Reynolds, dan nilai *minor losses* dengan variasi bukaan katup (*valve*).

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dimulai pada bulan Februari 2024 di Laboratorium Mekanika Fluida Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan mengidentifikasi dan perumusan masalah, melakukan studi pustaka, pengambilan data, melakukan analisa hasil dan pembahasan, serta penarikan kesimpulan dan saran.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai koefisien kerugian yang terendah terdapat pada jenis *ball valve* bukaan 100% dengan nilai 0,1582 pada debit aliran 0,5714 L/s dengan nilai bilangan Reynolds 33756,58 dan nilai *minor losses* 0,020. Sedangkan pada jenis *gate valve* bukaan 100% didapatkan nilai koefisien kerugian 0,5132 pada debit aliran 0,5496 dengan bilangan Reynolds 32466,10 dan nilai *minor losses* 0,060. Dan pada jenis *globe valve* bukaan 100% didapatkan nilai koefisien kerugian 14,2792 pada debit aliran 0,4850 dengan bilangan Reynolds 28648,60 dan nilai *minor losses* 1,300. Sehingga nilai ini dapat digunakan untuk pertimbangan penggunaan katup berdasarkan fungsi yang diharapkan.

**Kata Kunci:** Fluida, Sistem perpipaan, *Valve*, Koefisien kerugian, dan *Minor losses*



## ABSTRACT

**FATHUR RAHMAN SIGARA**, *Analysis of Fluid Flow Characteristics Through Ball Valves, Gate Valves, and Globe Valves* (supervised by Nasaruddin Salam)

The piping system is a tool in the form of a series of pipes designed in such a way as to be used to transfer fluids from one place to another for industrial needs. Due to the extensive use of piping systems and the numerous connections used, such as valves, changing cross-sections, and bends, problems arise. One of these problems is the occurrence of head losses caused by the presence of loss coefficients against fluid flow through the piping system.

The purpose of this research is to determine the loss coefficient values that occur in fluid flow through ball valves, gate valves, and globe valves. This study aims to understand the relationship between the loss coefficient values, flow rate values, Reynolds number values, and minor losses with variations in valve opening.

This research was conducted experimentally starting in February 2024 at the Fluid Mechanics Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. The research was carried out in stages, including problem identification and formulation, literature review, data collection, analysis and discussion of results, as well as drawing conclusions and providing recommendations.

The results of this research show that the lowest loss coefficient value was found in the ball valve type with 100% opening, with a value of 0.1582 at a flow rate of 0.5714 L/s, a Reynolds number of 33,756.58, and a minor loss value of 0.020. Meanwhile, the gate valve type with 100% opening had a loss coefficient value of 0.5132 at a flow rate of 0.5496 L/s, a Reynolds number of 32,466.10, and a minor loss value of 0.060. For the globe valve type with 100% opening, the loss coefficient value was 14.2792 at a flow rate of 0.4850 L/s, a Reynolds number of 28,648.60, and a minor loss value of 1.300. These values can be used as a consideration for selecting valves based on the expected function.

**Keywords:** Fluid, Piping system, Valve, Coefficient loss, and Minor losses



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Mekanika Fluida .....	5
2.1.1 Hukum Bernoulli .....	7
2.1.2 Hukum Kontinuitas.....	9
2.1.3 Aliran Masuk dan Berkembang Penuh .....	9
2.2 Jenis-jenis Aliran .....	10
2.2.1 Aliran Laminar.....	10
2.2.2 Aliran Turbulen.....	11
2.2.3 Aliran Transisi.....	11
2.3 Karakteristik Aliran .....	12
2.3.1 Kerapatan ( <i>Density</i> ) .....	12
2.3.2 Tekanan ( <i>Pressure</i> ) .....	13
2.3.3 Kekentalan ( <i>Viscosity</i> ) .....	13
2.3.4 Reynold's Number .....	15
2.3.5 Rugian pada Aliran ( <i>Head Loss</i> ) .....	17
<i>Minor Losses</i> .....	17



2.4.2 Koefisien Kerugian ( <i>coefficients loss</i> ).....	17
2.5 Dasar Teori <i>Valve</i> .....	19
2.5.1 Pengertian <i>Valve</i> .....	19
2.5.2 Fungsi <i>Valve</i> .....	21
2.5.3 Jenis – Jenis <i>Valve</i> .....	22
2.5.4 Fungsi Tiap Jenis <i>Valve</i> .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	33
3.2 Langkah – Langkah Penelitian .....	33
3.3 Benda Uji.....	34
3.4 Prosedur Penelitian .....	35
3.5 Alat Penelitian .....	36
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil.....	38
4.1.1 Debit Aliran pada Variasi Bukaannya Katup.....	38
4.1.2 Tekanan Diferensial pada Variasi Bukaannya Katup.....	40
4.1.3 Kecepatan Aliran pada Variasi Bukaannya Katup.....	41
4.1.4 Koefisien Kerugian pada Variasi Bukaannya Katup .....	43
4.1.5 Bilangan Reynolds pada Variasi Bukaannya Katup .....	44
4.1.6 <i>Minor Losses</i> pada Variasi Bukaannya Katup .....	46
4.1.7 Hubungan Koefisien Kerugian dan Debit Aliran.....	47
4.1.8 Hubungan Tekanan Diferensial dan Debit Aliran .....	49
4.1.9 Hubungan Tekanan Diferensial dan Kecepatan Aliran .....	50
4.1.10 Hubungan Tekanan Diferensial dan Bilangan Reynolds .....	52
4.1.11 Hubungan Koefisien Kerugian dan Kecepatan Aliran.....	53
4.1.12 Hubungan Koefisien Kerugian dan Bilangan Reynolds.....	55
4.1.13 Perbandingan Koefisien Kerugian Teori dan Eksperimen.....	57
4.1.14 Hubungan <i>Minor Losses</i> dan Debit Aliran .....	58
5 Hubungan <i>Minor Losses</i> dan Kecepatan Aliran .....	59
Pembahasan .....	61
Debit Aliran pada Variasi Bukaannya Katup.....	61



4.2.2 Tekanan Diferensial pada Variasi Bukaannya Katup.....	62
4.2.3 Kecepatan Aliran pada Variasi Bukaannya Katup.....	63
4.2.4 Koefisien Kerugian pada Variasi Bukaannya Katup .....	64
4.2.5 Bilangan Reynolds pada Variasi Bukaannya Katup .....	66
4.2.6 <i>Minor Losses</i> pada Variasi Bukaannya Katup .....	67
4.2.7 Hubungan Koefisien Kerugian dan Debit Aliran.....	68
4.2.8 Hubungan Tekanan Diferensial dan Debit Aliran.....	69
4.2.9 Hubungan Tekanan Diferensial dan Kecepatan Aliran.....	70
4.2.10 Hubungan Tekanan Diferensial dan Bilangan Reynolds .....	71
4.2.11 Hubungan Koefisien Kerugian dan Kecepatan Aliran.....	72
4.2.12 Hubungan Koefisien Kerugian dan Bilangan Reynolds .....	73
4.2.13 Perbandingan Koefisien Kerugian Teori dan Eksperimen.....	75
4.2.14 Hubungan <i>Minor Losses</i> dan Debit Aliran .....	76
4.2.15 Hubungan <i>Minor Losses</i> dan Kecepatan Aliran .....	77
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>79</b>
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>81</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Hukum Bernoulli .....	8
Gambar 2.2. Ilustrasi persamaan kontinuitas .....	9
Gambar 2.3. Daerah masuk dan aliran berkembang penuh .....	10
Gambar 2.4. Aliran Laminar (Cengel & Cimbala, 2006).....	11
Gambar 2.5. Aliran Turbulen (Cengel & Cimbala, 2006).....	11
Gambar 2.6. Aliran Transisi (Cengel & Cimbala, 2006) .....	12
Gambar 2.7. <i>Ball Valve</i> .....	23
Gambar 2.8. Diagram skematik model <i>ball valve</i> (Zhang et al., 2020).....	25
Gambar 2.9. <i>Gate Valve</i> .....	26
Gambar 2.10. Skematik <i>gate valve</i> .....	27
Gambar 2.11. <i>Globe Valve</i> .....	29
Gambar 2.12. Skematik <i>globe valve</i> .....	29
Gambar 3.1. Benda Uji <i>Ball Valve</i> .....	34
Gambar 3.2. Benda Uji <i>Gate Valve</i> .....	34
Gambar 3.3. Benda Uji <i>Globe Valve</i> .....	35
Gambar 3.4. Alat Penelitian .....	36
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> Penelitian .....	37
Gambar 4.1. Grafik debit aliran pada variasi bukaan katup.....	39
Gambar 4.2. Grafik tekanan diferensial pada variasi bukaan katup .....	41
Gambar 4.3. Grafik kecepatan aliran pada variasi bukaan katup.....	42
Gambar 4.4. Grafik koefisien kerugian pada variasi bukaan katup .....	44
Gambar 4.5. Grafik bilangan Reynolds pada variasi bukaan katup.....	45
Gambar 4.6. Grafik <i>Minor losses</i> pada variasi bukaan katup .....	47
Gambar 4.7. Grafik hubungan koefisien kerugian dan debit aliran .....	48
Gambar 4.8. Grafik hubungan tekanan diferensial dan debit aliran .....	50
Gambar 4.9. Grafik hubungan tekanan diferensial dan kecepatan aliran .....	51
4.10. Grafik hubungan tekanan diferensial dan bilangan Reynolds.....	53
4.11. Grafik hubungan koefisien kerugian dan kecepatan aliran .....	54
4.12. Grafik hubungan koefisien kerugian dan bilangan Reynolds .....	56



Gambar 4.13. Grafik hubungan koefisien kerugian dan bilangan Reynolds dikelompokkan berdasarkan bukaan katup .....	57
Gambar 4.14. Grafik hubungan <i>minor losses</i> dan debit aliran.....	59
Gambar 4.15. Grafik hubungan <i>minor losses</i> dan kecepatan aliran.....	60



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Viskositas Air pada Tekanan Atmosfer (White, 1997) .....	14
Tabel 2.2. <i>Coefficient loss valves</i> (Cengel & Cimbala, 2006) .....	18
Tabel 2.3. <i>Coefficient loss valves</i> (White, 2016).....	18
Tabel 2.4. <i>Coefficient loss valves</i> (Munson et al., 2013).....	18
Tabel 4.1. Data hasil eksperimen <i>ball valve</i> , <i>gate valve</i> , dan <i>globe valve</i> .....	38
Tabel 4.2. Data debit aliran pada variasi bukaan katup.....	39
Tabel 4.3. Data tekanan diferensial pada variasi bukaan katup .....	40
Tabel 4.4. Data kecepatan aliran pada variasi bukaan katup.....	42
Tabel 4.5. Data koefisien kerugian pada variasi bukaan katup .....	43
Tabel 4.6. Data bilangan Reynolds pada variasi bukaan katup .....	45
Tabel 4.7. Data <i>minor losses</i> pada variasi bukaan katup.....	46
Tabel 4.8. Data hubungan koefisien kerugian dan debit aliran .....	48
Tabel 4.9. Data hubungan tekanan diferensial dan debit aliran .....	49
Tabel 4.10. Data hubungan tekanan diferensial dan kecepatan aliran .....	51
Tabel 4.11. Data hubungan tekanan diferensial dan bilangan Reynolds.....	52
Tabel 4.12. Data hubungan koefisien kerugian dan kecepatan aliran .....	54
Tabel 4.13. Data hubungan koefisien kerugian dan bilangan Reynolds .....	55
Tabel 4.14. Data perbandingan koefisien kerugian teori dan eksperimen .....	57
Tabel 4.15. Data hubungan <i>minor losses</i> dan debit aliran.....	58
Tabel 4.16. Data hubungan <i>minor losses</i> dan kecepatan aliran.....	60



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “**Analisis Karakteristik Aliran Fluida Melalui *Ball Valve, Gate Valve, dan Globe Valve***”. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peran banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, dan masukan kepada penulis sehingga pada kesempatan ini penulis dengan kerendahan hati dan rasa hormat menghaturkan rasa terima kasih kepada orang tua penulis, Bapak **Jufri Galatung** dan Ibunda **Suhana**.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan serta bantuan selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T.** selaku pembimbing atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan hingga akhir penyusunan skripsi ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Rustan Tarakka, S.T., M.T.** dan Bapak **Gerard Antonini Duma, S.T., M.T.** selaku tim penguji atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin atas segala ilmu dan bantuan selama penulis menjalani perkuliahan.
4. Seluruh Staf Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang telah diberikan dalam pengurusan administrasi dan pengurusan lainnya selama penulis menjalani perkuliahan.
5. Saudara – saudara seperjuangan ZTATOR 2020 yang setia menemani, membantu, dan mendukung penulis dari awal kuliah dan seterusnya.



Teman – teman, kakak senior serta junior seperjuangan Laboratorium Mekanika Fluida dan Laboratorium Mesin Pendingin yang telah bersedia menemani dan membantu selama masa penelitian dan penyusunan skripsi.

7. Teman – teman lainnya dari SU, ANTESA, XPNSV, SRE, COLOMBUS, MEKATRONIK yang telah menemani, membantu, dan mengisi cerita perkuliahan penulis hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Saudari Firah Natahsya yang telah menemani, membantu, dan mendukung penulis sejak SMA hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberi dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari pembaca agar penyusunan selanjutnya lebih baik. Penulis juga berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca serta pengetahuan tentang dasar – dasar teori dan perhitungan pada sistem perpipaan khususnya terkait koefisien kerugian pada *valve*.

Gowa, 6 Agustus 2024

Penulis



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Secara umum setiap hari kita semua selalu berhubungan dengan fluida hampir dimanapun dan kapanpun kita berada, fluida selalu mempengaruhi berbagai kegiatan kita dalam kehidupan sehari-hari baik dalam bentuk liquid ataupun gas. Namun pada dasarnya fluida yang digunakan sering mengalami kerugian atau tidak stabil saat mengalir melalui sistem perpipaan (Ghurri, 2014).

Penerapan prinsip-prinsip mekanika fluida dapat dijumpai pada bidang industri, transportasi maupun bidang keteknikan lainnya. Namun dalam penggunaannya selalu terjadi kerugian energi. Dengan mengetahui kerugian energi pada suatu sistem yang memanfaatkan fluida mengalir sebagai media, akan menentukan penggunaan energi (Zainudin, 2014).

Sistem perpipaan adalah suatu alat yang banyak digunakan pelaku industri pada saat ini. Sistem perpipaan adalah suatu alat berupa rangkaian pipa yang dirancang sedemikian rupa digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lainnya yang digunakan untuk kebutuhan industri. Dari banyaknya pemakaian sistem perpipaan serta banyaknya sambungan yang digunakan misalnya katup, penampang berubah, belokan, sehingga timbul suatu permasalahan. Salah satu permasalahan tersebut adalah terjadinya *head losses* (Wibowo, 2013).

Katup atau dikenal dengan istilah *valve* merupakan salah satu komponen utama yang banyak digunakan dalam sistem perpipaan industri seperti petrokimia, pengolahan makanan, minuman, minyak & gas, kimia dan lain-lain dimana aliran fluida merupakan fenomena utamanya. Selain industri, sistem penyediaan air domestik, jalur suplai LPG, sistem irigasi pertanian, dan lain-

luga menggunakan berbagai jenis katup dengan tujuan untuk mengontrol aliran fluida. Kegagalan atau penurunan efisiensi *valve* dapat mempengaruhi kegiatan besar pabrik pengolahan. Dengan demikian, ketahanan, karakteristik



aliran, efisiensi dan konsistensi katup pengatur aliran di industri pengolahan tersebut menentukan produktivitasnya (Malik, 2018).

*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 (Nugroho, 2020).

Dalam penggunaan valve, pemilihan jenis valve yang sesuai sangat krusial untuk memastikan efisiensi dan keberlanjutan operasional sistem perpipaan. Tiga jenis *valve* yang umum digunakan adalah *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve*. Setiap jenis *valve* memiliki karakteristik masing-masing yang mempengaruhi kinerjanya dalam mengatasi *head loss* aliran.

*Head loss* adalah fenomena penurunan energi potensial yang terjadi ketika fluida mengalir melalui suatu sistem perpipaan atau saluran tertentu. *Head loss* dinyatakan sebagai penurunan tekanan dalam satuan panjang dan dapat diukur dalam satuan tekanan atau panjang. Faktor-faktor yang menyebabkan *head loss* melibatkan gesekan antara fluida dan dinding pipa, perubahan kecepatan aliran, serta perubahan arah aliran. Dalam sistem perpipaan, *head loss* terjadi karena adanya resistensi yang dihasilkan oleh berbagai komponen seperti *elbow*, *tee*, *valve*, dan kontraksi atau perluasan geometris dalam jalur pipa (Munson et al., 2013).

Dalam konteks ini, pemahaman terhadap pengaruh pemilihan jenis *valve* menjadi semakin penting, mengingat kerugian yang dapat terjadi. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis melakukan penelitian “**Analisis Karakteristik Aliran Fluida Melalui *Ball Valve*, *Gate Valve*, dan *Globe***

*valve*”. Dengan melakukan analisis karakteristik dari beberapa jenis *valve* yang digunakan, kita dapat menghitung *head loss* atau kerugian dari tiap jenis *valve* sehingga dapat menghindari kerugian yang dapat dihasilkan.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh debit aliran terhadap nilai koefisien kerugian pada *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve*?
2. Bagaimana pengaruh variasi bukaan *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve* terhadap nilai koefisien kerugian?
3. Bagaimana hubungan bukaan katup (*valve*), debit aliran, dan nilai koefisien kerugian pada *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve* berdasarkan hasil eksperimen dan teori?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh variasi debit aliran terhadap nilai koefisien kerugian pada *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve*.
2. Menentukan pengaruh variasi bukaan *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve* terhadap nilai koefisien kerugian.
3. Menganalisis hubungan bukaan katup (*valve*), debit aliran, dan nilai koefisien kerugian pada *ball valve*, *gate valve*, dan *globe valve* berdasarkan hasil eksperimen dan teori.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### a. Bagi Penulis

1. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



2. Dapat mengaplikasikan ilmu dan keterampilan yang diperoleh pada masa kuliah.
- b. Bagi Universitas
1. Dapat menjadi referensi penelitian dan pertimbangan penggunaan *valve* jika diperlukan.
  2. Dapat menjadi bahan referensi bagi generasi mendatang dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir.
- c. Bagi Perusahaan
1. Sebagai bahan referensi dalam melakukan pertimbangan penggunaan *valve* untuk mengurangi kerugian yang dapat terjadi.

### 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material pipa yang digunakan adalah PVC.
2. Fluida yang digunakan adalah air.
3. Jenis *valve* yang digunakan adalah *ball valve*  $\frac{3}{4}$ ', *gate valve*  $\frac{3}{4}$ ', dan *globe valve*  $\frac{1}{2}$ '.
4. Menggunakan 5 variasi bukaan katup uji.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mekanika Fluida

Pada masa prasejarah, kebudayaan-kebudayaan kuno sudah memiliki pengetahuan yang cukup untuk memecahkan persoalan-persoalan aliran tertentu. Sebagai contoh perahu layar yang sudah dilengkapi dengan dayung dan sistem pengairan untuk pertanian sudah dikenal pada masa itu. Pada abad ketiga sebelum Masehi, Archimedes dan Hero dari Iskandariah, memperkenalkan hukum jajaran genjang untuk penjumlahan vektor. Selanjutnya Archimedes (285-212 SM) merumuskan hukum apung dan menerapkannya pada benda-benda terapung atau melayang, dan juga memperkenalkan bentuk kalkulus differensial sebagai bagian dari analisisnya (Nastain & Suroso, 2005).

Sejak permulaan Masehi sampai zaman Renaissance terus menerus terjadi perbaikan dalam rancangan sistem-sistem aliran, seperti: kapal, saluran, dan talang air. Akan tetapi tidak ada bukti-bukti adanya perbaikan yang mendasar dalam analisis alirannya. Akhirnya kemudian Leonardo da Vinci (1452-1519) menjabarkan persamaan kekekalan massa dalam aliran tunak satu-dimensi. Leonardo da Vinci adalah ahli eksperimen yang ulung, dan catatan-catatannya berisi diskripsi yang seksama tentang gelombang, jet atau semburan, loncatan hidraulik, pembentukan pusaran, dan rancangan-rancangan seretan-rendah (bergaris-alir) serta seretan-tinggi (parasut). Galileo (1564-1642) memperkenalkan beberapa hukum tentang ilmu mekanika. Seorang Perancis, Edme Moriotte (1642-1684) membangun terowongan angin yang pertama dan menguji model-model di dalamnya (Nastain & Suroso, 2005).

Mekanika adalah cabang ilmu yang menelaah hal-hal yang berkaitan dengan gaya dan gerakan. Fluida adalah zat yang berada dalam keadaan cair (*id*) dan gas. Zat cair adalah zat yang untuk jumlah massa tertentu akan iliki volume tertentu yang tidak tergantung pada bentuk benda dimana zat ersebut ditempatkan. Untuk mengukur volume zat cair biasanya dilakukan



dengan mengukur volume kontainer dimana zat cair itu berada. Namun volume yang sebenarnya hanyalah sesuai jumlah yang mengisi kontainer tersebut. Jika volumenya lebih kecil dari kontainer, maka akan terbentuk permukaan bebas; misalnya pada danau dan tandon yang tidak terisi penuh. Sebaliknya, gas dengan jumlah massa tertentu bisa memiliki volume yang bervariasi sesuai dengan wadah dimana gas itu berada. Gas akan mengisi dan memenuhi seluruh wadah dimana gas berada (Ghurri, 2014).

Mekanika fluida merupakan ilmu yang mempelajari keseimbangan dan gerakan zat cair maupun gas, serta gaya tarik dengan benda-benda disekitarnya atau yang dilalui saat mengalir. Fluida dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu zat cair dan gas. Perbedaan antara keduanya juga bersifat teknis, yaitu berhubungan dengan akibat gaya kohesif. Zat cair terdiri atas molekul-molekul tetap dan rapat dengan gaya kohesif yang relatif kuat, sehingga cenderung mempertahankan volumenya dan akan membentuk permukaan bebas yang rata dalam medan gravitasi. Sebaliknya gas, karena terdiri dari molekul-molekul yang tidak rapat dengan gaya kohesif yang cukup kecil (dapat diabaikan) (Negara, 2014).

Mekanika fluida melihat semua bahan hanya terdiri atas dua keadaan saja, yaitu fluida dan zat padat. Secara teknis perbedaannya terletak pada reaksi kedua zat tersebut terhadap tegangan geser atau tegangan singgung yang dialaminya. Zat padat dapat menahan tegangan geser dengan deformasi yang tetap (*static*), sedangkan fluida, betapapun kecilnya tegangan geser yang diberikan, akan menyebabkan fluida itu bergerak. Fluida itu bergerak dan berubah bentuk secara terus-menerus selama tegangan geser itu bekerja. Oleh karena itu fluida yang diam (*hydrostatic*) berarti dalam keadaan tegangan gesernya nol (Nastain & Suroso, 2005).

Fluida adalah sebuah zat yang dapat mengalir dan dapat berubah bentuk secara terus-menerus jika terkena tekanan atau gaya geser. Fluida juga merupakan zat yang merujuk kepada zat cair (cairan) dan gas (uap). Banyak orang mengira kalau gas bukan termasuk fluida, padahal gas seperti angin



dikategorikan sebagai fluida karena karakteristiknya (Suryanto & Bakhri, 2023).

Fluida didefinisikan sebagai zat yang berdeformasi terus-menerus selama dipengaruhi suatu tegangan geser. Sebuah tegangan geser terbentuk apabila sebuah gaya tangensial bekerja pada sebuah permukaan. Apabila benda-benda padat biasa seperti baja atau logam-logam lainnya dikenai oleh suatu tegangan geser, mula-mula benda ini akan berdeformasi (biasanya sangat kecil, tetapi tidak akan terus-menerus berdeformasi atau mengalir). Namun cairan yang biasa seperti air dan minyak, serta gas seperti udara memenuhi definisi dari sebuah fluida. Artinya, zat-zat akan mengalir apabila pada zat tersebut bekerja sebuah tegangan geser (Salam dan Tarakka, 2021).

Fluida dapat dibedakan atas zat cair dan gas. Dimana kedua zat ini pun berbeda secara teknis akibat gaya kohesif. Zat cair cenderung mempertahankan volumenya dan akan membutuhkan permukaan bebas dalam medan gravitasi. Aliran muka bebas sangat dipenuhi efek gravitasi sedangkan zat gas akan memuai dengan bebas sampai tertahan oleh dinding yang membatasinya. Gas tersebut akan membentuk atmosfer yang pada hakekatnya akan bersifat hidrostatik (Zainudin et. al., 2012).

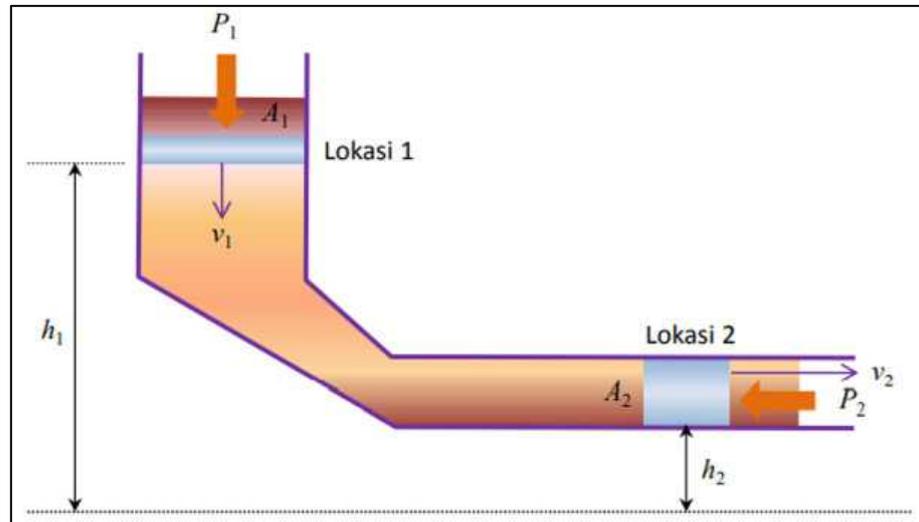
### 2.1.1 Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli menjelaskan tentang konsep dasar aliran fluida (zat cair dan gas) bahwa peningkatan kecepatan pada suatu aliran zat cair atau gas, akan mengakibatkan penurunan tekanan pada zat cair atau gas tersebut. Artinya, akan terdapat penurunan energi potensial pada aliran fluida tersebut. Konsep dasar ini berlaku pada fluida aliran termampatkan (compressible flow), juga pada fluida dengan aliran tak-termampatkan (incompressible-flow). Hukum Bernoulli sebetulnya dapat dikatakan sebagai bentuk khusus dari konsep dalam mekanika fluida secara umum, yang dikenal dalam persamaan Bernoulli (Zainudin, 2014).

Salah satu hukum dasar dalam menyelesaikan persoalan fluida bergerak adalah hukum Bernoulli. Hukum Bernoulli sebenarnya adalah hukum tentang energi mekanik yang diterapkan pada fluida bergerak



sehingga keluar persamaan yang bentuknya khas (Suryanto & Bakhri, 2023).



**Gambar 2.1.** Ilustrasi Hukum Bernoulli

Prinsip Bernoulli adalah sebuah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Asas Bernoulli menyatakan bahwa pada pipa mendatar, tekanan fluida paling besar adalah pada bagian yang kelajuan alirannya paling kecil. Sebaliknya, tekanan paling kecil adalah pada bagian yang kelajuan alirannya paling besar (Wibowo, 2013).

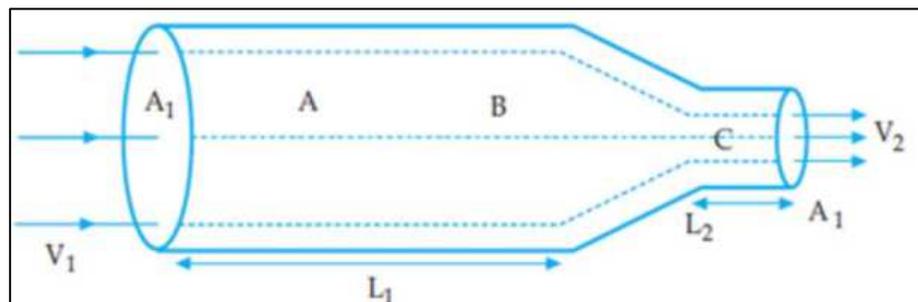
Suatu persamaan yang banyak dipakai, yang menghubungkan tekanan, kecepatan, dan elevasi bermula di masa Daniel Bernoulli dan Leonhard Euler dalam abad ke-18. Persamaan Bernoulli merupakan persamaan dasar dari dinamika fluida di mana berhubungan dengan tekanan ( $p$ ), kecepatan aliran ( $v$ ) dan ketinggian ( $h$ ), dari suatu pipa yang fluidanya bersifat tak kompresibel dan tak kental, yang mengalir dengan aliran yang tak turbulen (Wibowo, 2013).



### 2.1.2 Hukum Kontinuitas

Persamaan kontinuitas dalam mekanika fluida merupakan prinsip konservasi massa yang menyatakan bahwa laju massa fluida yang masuk ke dalam suatu volume control harus sama dengan laju massa fluida yang keluar dari volume tersebut, asalkan tidak ada akumulasi massa di dalam volume itu sendiri. Persamaan kontinuitas menyatakan hubungan antara kecepatan fluida yang masuk pada suatu pipa terhadap kecepatan fluida yang keluar. Hubungan tersebut dinyatakan dengan: (Zainudin, 2014)

Jika suatu fluida mengalir dengan aliran tunak, massa fluida yang masuk ke salah satu ujung pipa haruslah sama dengan massa fluida yang keluar dari ujung pipa yang lain selama selang waktu yang sama. Hal ini berlaku karena pada aliran tunak tidak ada fluida yang dapat meninggalkan pipa melalui dinding-dinding pipa (garis arus tidak dapat saling berpotongan) (Suryanto & Bakhri, 2023).



Gambar 2.2. Ilustrasi persamaan kontinuitas

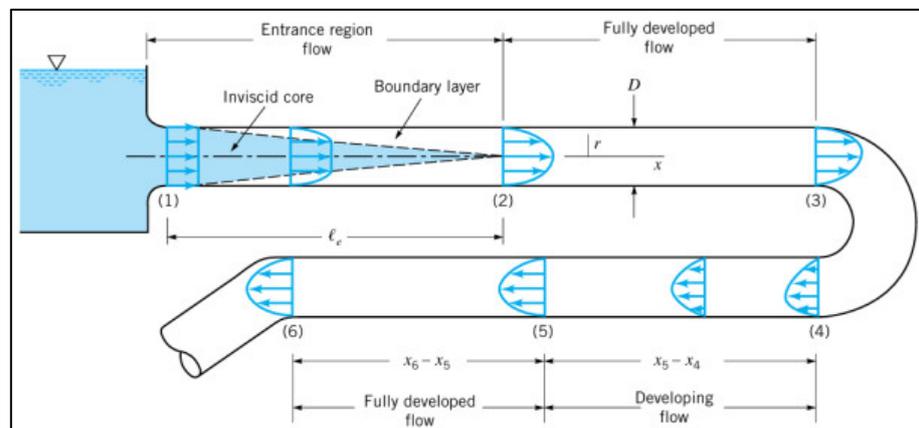
### 2.1.3 Aliran Masuk dan Berkembang Penuh

Daerah aliran di dekat lokasi fluida memasuki pipa disebut sebagai daerah masuk (*entrance region*) dan diilustrasikan pada gambar 2.5. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar tersebut, fluida umumnya memasuki pipa dengan profil kecepatan yang hampir seragam pada bagian (1). Saat fluida bergerak melewati pipa, efek viskos menyebabkannya tetap menempel pada dinding pipa (kondisi lapisan batas tanpa-slip). Hal ini berlaku baik jika fluidanya adalah udara yang relatif inviscid ataupun minyak yang sangat viskos. Jadi, sebuah lapisan



batas (boundary layer) di mana efek viskos menjadi penting timbul di sepanjang dinding pipa sedemikian hingga profil kecepatan awal berubah menurut jarak sepanjang pipa ( $x$ ), sampai fluida mencapai ujung akhir dari panjang daerah masuk, bagian (2), di mana setelah di luar itu profil kecepatan tidak berubah lagi (Munson et al., 2002).

Lapisan batas semakin tebal sehingga memenuhi pipa secara menyeluruh. Efek viskos sangat penting di dalam lapisan batas. Untuk fluida di luar lapisan batas (di dalam inti inviscid/inviscid core yang mengelilingi garis sumbu dari (1) ke (2), efek viskos dapat diabaikan. Bentuk dari profil kecepatan di dalam pipa tergantung pada apakah aliran laminar atau turbulen, sebagaimana pula panjang daerah masuk (Munson et al., 2002).



**Gambar 2.3.** Daerah masuk dan aliran berkembang penuh (Munson et al., 2002)

## 2.2 Jenis-jenis Aliran

### 2.2.1 Aliran Laminar

Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran fluida yang bergerak dengan lapisan-lapisan (lamina-lamina) yang melewati suatu wadah dengan lapisan yang bersebelahan saling bertukar momentum. Beberapa gerakan aliran yang sangat teratur ditandai dengan lapisan fluida yang halus biasanya disebut laminar. Kata laminar ini berasal dari Gerakan partikel fluida yang berdekatan secara Bersama sama dalam sebuah “laminasi”. Oli merupakan aliran yang memiliki viskositas



tinggi pada kecepatan rendah biasanya bersifat laminar (Cengel & Cimbala, 2006).



**Gambar 2.4.** Aliran Laminar (Cengel & Cimbala, 2006)

### 2.2.2 Aliran Turbulen

Dalam aliran turbulen, partikel-partikel fluida yang bergerak pada lintasan-lintasan yang sangat tidak teratur, dengan mengakibatkan suatu pertukaran momentum dari satu bagian fluida ke bagian lainnya. Aliran turbulen bisa dapat berskala kecil yang terdiri dari sejumlah besar pusaran kecil yang cepat sehingga dapat mengubah energi mekanik menjadi ketidakmampubalikan melalui kerja viskos, atau dapat berskala besar seperti aliran yang melingkar atau vorteks-vorteks dan juga pusaran-pusaran yang berada di Sungai atau hempasan udara lainnya. Pada umumnya, intensitas turbulensi meningkat dengan meningkatnya juga bilangan Reynolds. Profil kecepatan aliran turbulen biasanya lebih seragam di seluruh bagian, dan dengan demikian kecepatan rata-rata hanya sedikit kurang dari nilai maksimum. Nilai bilangan Reynold yang lebih tinggi pada aliran turbulen bersifat unsteady dan tidak teratur tetapi, jika dirata-ratakan dari waktu ke waktu maka dapat steady dan dapat diprediksi (White, 1997).



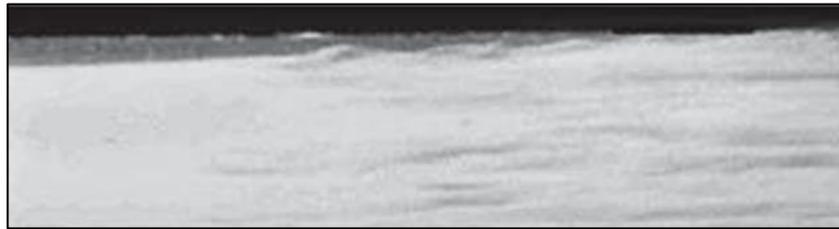
**Gambar 2.5.** Aliran Turbulen (Cengel & Cimbala, 2006)

### Aliran Transisi

Aliran transisi dapat didefinisikan sebagai bentuk perubahan profil yang terjadi pada partikel-partikel fluida yang awalnya aliran tersebut



teratur secara konstan dikondisi aliran laminar berubah menjadi aliran yang mengalami golan dan tidak teratur atau biasa disebut aliran turbulen. Parameter bilangan Reynold yang terjadi pada saat aliran transisi ini ada pada rentang nilai bilangan Reynold aliran laminar dan turbulen yaitu lebih dari 2100 dan kurang dari 4000 untuk aliran internal dalam pipa.



**Gambar 2.6.** Aliran Transisi (Cengel & Cimbali, 2006)

## 2.3 Karakteristik Aliran

### 2.3.1 Kerapatan (*Density*)

Dalam jurnal Wibowo (2013) kerapatan atau *density* dinyatakan dengan rho yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara massa per satuan volume. Yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [Kg/m}^3\text{]} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:  $\rho$  = kerapatan (Kg/m<sup>3</sup>)  
 $m$  = massa (Kg)  
 $V$  = Volume (m<sup>3</sup>)

Kerapatan adalah suatu sifat karakteristik setiap bahan murni. Benda tersusun atas bahan murni, misalnya emas murni, yang dapat memiliki berbagai ukuran ataupun massa, tetapi kerapatannya akan sama untuk semuanya. Satuan SI untuk kerapatan adalah kg/m<sup>3</sup>. Kadang kerapatan diberikan dalam g/cm<sup>3</sup> (Wibowo, 2013).

Besar nilai massa jenis dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur maka kerapatan fluida akan berkurang dikarenakan gaya kohesi dari molekul-molekul fluida menjadi berkurang (Negara, 2014).



Rapat massa ( $\rho$ ) adalah ukuran konsentrasi massa zat cair dan dinyatakan dalam bentuk massa ( $m$ ) persatuan volume ( $V$ ). Berat jenis ( $\gamma$ ) adalah berat benda persatuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu, dan berat suatu benda adalah hasil kali antara rapat massa ( $\rho$ ) dan percepatan gravitasi ( $g$ ). Rapat relatif ( $s$ ) adalah perbandingan antara rapat massa suatu zat ( $\rho$ ) dan rapat massa air ( $\rho_{air}$ ), atau perbandingan antara berat jenis suatu zat ( $\gamma$ ) dan berat jenis air ( $\gamma_{air}$ ). Karena pengaruh temperatur dan tekanan pada rapat massa zat cair sangat kecil, maka dapat diabaikan sehingga rapat massa zat cair dapat dianggap tetap (Nastain & Suroso, 2005).

### 2.3.2 Tekanan (*Pressure*)

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dengan gaya  $F$  dianggap bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan  $A$ , maka:  
 $P = \rho \times g \times h$ ..... (2)

Dimana:  $P$  = Tekanan ( $N/m^2$ )

$\rho$  = Kerapatan ( $Kg/m^2$ )

$h$  = Ketinggian head (m)

Konsep tekanan sangat berguna terutama dalam berurusan dengan fluida. Sebuah fakta eksperimental menunjukkan bahwa fluida menggunakan tekanan ke semua arah. Hal ini sangat dikenal oleh para perenang dan juga penyelam yang secara langsung merasakan tekanan air pada seluruh bagian tubuhnya. Pada titik tertentu dalam fluida diam, tekanan sama untuk semua arah. Bayangan fluida dalam sebuah kubus kecil sehingga kita dapat mengabaikan gaya gravitasi yang bekerja padanya. Tekanan pada suatu sisi harus sama dengan tekanan pada sisi yang berlawanan. Jika hal ini tidak benar, gaya netto yang bekerja pada kubus ini tidak akan sama dengan nol, dan kubus ini akan bergerak hingga tekanan yang bekerja menjadi sama (Wibowo, 2013).

### Kekentalan (*Viscosity*)

Viskositas adalah sifat fluida yang mendasari diberikannya tahanan terhadap tegangan geser oleh fluida tersebut. Atau viskositas dinamik



adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Di dalam fluida yang tidak bergerak, atau yang bergerak sedemikian rupa sehingga tidak ada lapisan yang bergerak relatif terhadap lapisan yang berdekatan, tidak akan timbul gaya-gaya geser semu berapapun viskositasnya, karena  $du/dy$  adalah nol di seluruh fluida (Salam dan Tarakka, 2021).

Dimensi viskositas ditentukan dari hukum viskositas Newton. Penyelesaian untuk viskositas dinamik ( $\mu$ ):

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy} \text{ (N.s/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (3)$$

Viskositas dinamik seringkali disebut viskositas mutlak, agar tidak kacau dengan viskositas kinematik ( $\nu$ )

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \text{ (m}^2\text{/s)} \dots\dots\dots (4)$$

Kekentalan (*viscosity*) didefinisikan sebagai gesekan internal atau gesekan fluida terhadap wadah dimana fluida itu mengalir. Ini ada dalam cairan atau gas, dan pada dasarnya adalah gesekan antar lapisan fluida yang berdekatan ketika bergerak melintasi satu sama lain atau gesekan antara fluida dengan wadah tempat ia mengalir. Dalam cairan, kekentalan disebabkan oleh gaya kohesif antara molekul-molekulnya sedangkan gas, berasal tumbukan diantara molekul-molekul tersebut (Wibowo, 2013).

**Tabel 2.1** Viskositas Air pada Tekanan Atmosfer (White, 1997)

No	Suhu °C	Viskositas Dinamik N.s/m <sup>2</sup>	Viskositas Kinematik m <sup>2</sup> /dt
1	0	1,788 x 10 <sup>-3</sup>	1,788 x 10 <sup>-6</sup>
2	10	1,307 x 10 <sup>-3</sup>	1,307 x 10 <sup>-6</sup>
3	20	1,003 x 10 <sup>-3</sup>	1,005 x 10 <sup>-6</sup>
4	30	0,799 x 10 <sup>-3</sup>	0,802 x 10 <sup>-6</sup>
5	40	0,657 x 10 <sup>-3</sup>	0,662 x 10 <sup>-6</sup>
6	50	0,548 x 10 <sup>-3</sup>	0,555 x 10 <sup>-6</sup>
7	60	0,467 x 10 <sup>-3</sup>	0,475 x 10 <sup>-6</sup>
8	70	0,405 x 10 <sup>-3</sup>	0,414 x 10 <sup>-6</sup>
9	80	0,355 x 10 <sup>-3</sup>	0,365 x 10 <sup>-6</sup>
10	90	0,316 x 10 <sup>-3</sup>	0,327 x 10 <sup>-6</sup>
11	100	0,283 x 10 <sup>-3</sup>	0,295 x 10 <sup>-6</sup>



Kekentalan fluida yang berbeda dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan koefisien kekentalan,  $\mu$  yang didefinisikan dengan cara sebagai berikut: Fluida diletakkan di antara dua lempengan datar. Salah satu lempengan diam dan yang lain dibuat bergerak. Fluida yang secara langsung bersinggungan dengan masing-masing lempengan ditarik pada permukaannya oleh gaya rekat diantara molekul-molekul cairan dengan kedua lempengan tersebut. Dengan demikian permukaan fluida sebelah atas bergerak dengan laju  $v$  yang seperti lempengan atas, sedangkan fluida yang bersinggungan dengan lempengan diam bertahan diam. Dapat dirumuskan sebagai berikut: (Wibowo, 2013).

Kekentalan adalah sifat dari zat cair untuk melawan tegangan geser ( $\tau$ ) pada waktu bergerak atau mengalir. Kekentalan disebabkan adanya kohesi antara partikel zat cair sehingga menyebabkan adanya tegangan geser antara molekul molekul yang bergerak. Zat cair ideal tidak memiliki kekentalan. Kekentalan zat cair dapat dibedakan menjadi dua yaitu kekentalan dinamik ( $\mu$ ) atau kekentalan absolute dan kekentalan kinematis ( $\nu$ ) (Nastain & Suroso, 2005).

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran yang disebut koefisien viskositas. Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah  $N/m^2 \cdot s$  atau pascal sekon (Pa. s) (Wibowo, 2013).

#### 2.3.4 Reynolds Number

Osborne Reynolds (1842-1912) lebih dari satu abad yang lalu memverifikasi keberadaan rezim aliran laminar, transisi, dan turbulen dengan menyuntikkan beberapa garis ke dalam aliran dalam pipa kaca. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, garis pewarna membentuk garis lurus dan halus pada kecepatan rendah ketika alirannya laminar,



memiliki ledakan fluktuasi dalam rezim transisi, dan zigzag dengan cepat dan acak ketika aliran menjadi sepenuhnya bergolak. Ini zig zag dan disperse pewarna merupakan indikasi fluktuasi aliran utama dan pencampuran cepat partikel fluida dari lapisan yang berdekatan. Pencampuran cairan yang intens dalam aliran turbulen, sebagai akibat dari fluktuasi yang cepat meningkatkan transfer momentum antara partikel-partikel fluida, yang meningkatkan gaya gesekan pada permukaan dan dengan demikian kekuatan pemompaan yang diperlukan. Faktor gesekan mencapai maksimum ketika aliran menjadi turbulen penuh (Salam & Tarakka, 2021).

Tentu saja diinginkan untuk memiliki nilai bilangan Reynolds yang tepat untuk aliran laminar, transisi, dan turbulen, tetapi dalam praktiknya tidak demikian. Ternyata transisi dari aliran laminar ke turbulen juga tergantung pada derajat gangguan aliran oleh kekasaran permukaan, getaran pipa, dan fluktuasi aliran. Dalam kondisi yang paling praktis, aliran dalam pipa melingkar adalah laminar untuk  $Re \leq 2300$ , turbulen untuk  $Re \geq 4000$ , dan transisi di antaranya (Salam & Tarakka, 2021).

$$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- $\rho$  : Massa jenis aliran ( $\text{Kg/m}^3$ )
- $\mu$  : Viskositas dinamis fluida ( $\text{kg/ms}$ )
- $D_h$  : Diameter Hidrolik (m)
- $V$  : Kecepatan Aliran Fluida (m/s)

Kisaran bilangan Reynolds untuk aliran pipa laminar, transisi, atau turbulen tidak dapat diberikan secara tepat. Transisi aktual dari aliran laminar ke aliran turbulen dapat terjadi pada berbagai bilangan Reynolds, tergantung pada seberapa banyak aliran terganggu oleh getaran pipa, kekasaran daerah masuk, dan sejenisnya. Untuk tujuan rekayasa umum (yaitu, tanpa tindakan pencegahan yang tidak



semestinya untuk menghilangkan gangguan tersebut), nilai berikut ini sesuai: Aliran dalam pipa bundar adalah laminar jika bilangan Reynolds kurang dari kira-kira 2100. Aliran dalam pipa bundar adalah turbulen jika Bilangan Reynolds lebih besar dari kira-kira 4000. Untuk bilangan Reynolds di antara dua batas ini, aliran dapat beralih antara kondisi laminar dan turbulen dengan cara yang tampaknya acak (aliran transisi) (Munson et al., 2002).

## 2.4 Kerugian pada Aliran (*Head Loss*)

### 2.4.1 *Minor Losses*

*Minor losses* adalah kehilangan tekanan yang terjadi karena akibat adanya gesekan antaran fluida dengan komponen sambungan pipa seperti belokan pipa (elbow), katup (valve), percabangan (tee) dan perubahan penampang (reducer/expansion) (Munson et al., 2009). Persamaan yang digunakan untuk menghitung minor losses dapat dituliskan sebagai berikut:

$$h_{L \text{ minor}} = K_L \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

$h_{L \text{ minor}}$  = Kehilangan energi minor (m)

$K_L$  = Koefisien kerugian minor *fitting*

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

### 2.4.2 Koefisien Kerugian (*coefficients loss*)

Pola aliran melalui komponen khas seperti katup. Tidak sulit untuk menyadari bahwa analisis teoretis untuk memprediksi detail aliran seperti itu guna mendapatkan kehilangan tekanan untuk komponen-komponen tersebut belum mungkin dilakukan. Oleh karena itu, informasi kehilangan tekanan untuk hampir semua komponen diberikan dalam bentuk adimensional dan berdasarkan data eksperimental.



Metode paling umum yang digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan atau penurunan tekanan ini adalah dengan menspesifikasi koefisien kehilangan, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$K_L = \frac{h_{L \text{ minor}}}{(V^2/2g)} = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho V^2} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

$h_{L \text{ minor}}$  = Kehilangan energi minor (m)

$K_L$  = Koefisien kerugian minor *fitting*

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\Delta P$  = Tekanan diferensial (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = Massa jenis aliran (kg/m<sup>3</sup>)

**Tabel 2.2.** *Coefficient loss valves* (Cengel & Cimbala, 2006)

<i>Globe Valve</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 10$
<i>Ball Valve</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 0,05$
<i>Gate Valve</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 0,2$
	$\frac{1}{4}$ <i>closed</i>	$K_L = 0,3$
	$\frac{1}{2}$ <i>closed</i>	$K_L = 2,1$
	$\frac{3}{4}$ <i>closed</i>	$K_L = 17$

**Tabel 2.3.** *Coefficient loss valves* (White, 2016)

<i>Valves (fully open)</i>	<i>Nominal diameter, in</i>									
	<i>Screwed</i>					<i>Flanged</i>				
	$\frac{1}{2}$	1	2	4	1	2	4	8	20	
<i>Globe</i>	14	8,2	6,9	5,7	13	8,5	6,0	5,8	5,5	
<i>Gate</i>	0,30	0,24	0,16	0,11	0,80	0,35	0,16	0,07	0,03	

**Tabel 2.4.** *Coefficient loss valves* (Munson et al., 2013)

<i>Globe</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 10$
<i>Gate</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 0,15$
	$\frac{1}{4}$ <i>closed</i>	$K_L = 0,26$
	$\frac{1}{2}$ <i>closed</i>	$K_L = 2,1$
	$\frac{3}{4}$ <i>closed</i>	$K_L = 17$
<i>Ball</i>	<i>fully open</i>	$K_L = 0,05$
	$\frac{1}{3}$ <i>closed</i>	$K_L = 5,5$
	$\frac{2}{3}$ <i>closed</i>	$K_L = 210$



## 2.5 Dasar Teori *Valve*

### 2.5.1 Pengertian *Valve*

*Valve* atau katup adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida. *Valve* memiliki peran penting dalam suatu industri seperti industri migas yang meliputi pengaliran kedalam kolom destilasi dan mengontrol pengapian pada *furnace*. *Valve* dapat dioperasikan secara manual, baik dengan menggunakan pegangan, tuas pedal dan lain-lain, selain dioperasikan secara manual *valve* dapat juga dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran, tekanan dan suhu. Perubahan tersebut akan mempengaruhi diafragma, pegas ataupun piston sehingga secara otomatis akan menggerakkan katup dengan sistem buka (Fikri, 2022).

*Valve* digunakan hampir dalam semua situasi yang melibatkan aliran cairan atau gas. Mulai dari urusan rumah tangga seperti kompor gas dan saluran keran air hingga dalam dunia industri skala besar. Berdasarkan pernyataan ini, tidak dapat dipungkiri bahwa *valve* memiliki peranan penting untuk menangani aliran fluida bertekanan tinggi dalam dunia industri dengan jangka waktu relatif panjang (Fikri, 2022).

Pada saat *valve* dibuka, fluida mulai mengalir, dan ketika *valve* ditutup maka fluida pun berhenti mengalir. *Valve* seperti ini bertugas untuk menutup penuh (*fully closed*) ataupun membuka penuh (*fully opened*) suatu aliran. Karena tugasnya hanya untuk membuka atau menutup maka *valve* sejenis ini dinamakan dengan on/off valves atau *Isolation valve*. Selain untuk membuka dan menutup atau *fully opened* dan *fully closed*, ada juga *valve* yang berfungsi untuk mengatur (*regulate*) aliran (fluida). *Valve* sejenis ini sering disebut sebagai *Throttling valve* (Fikri, 2022).



Ada juga *valve* yang tugas nya mengatur agar aliran berjalan ke satu arah saja ataupun agar tidak terjadi *Reversed flow* atau *backflow*. *Valve* seperti ini disebut *Check valve* atau *One way valve*. *Valve* dapat dioperasikan secara manual, baik oleh pegangan, tuas pedal dan lain-lain. Selain dapat dioperasikan secara manual *valve* juga dapat dioperasikan secara otomatis menggunakan prinsip perubahan aliran tekanan, suhu, dan lain-lain. Perubahan ini dapat mempengaruhi diafragma, pegas, atau piston yang pada gilirannya mengaktifkan katup secara otomatis (Fikri, 2022).

Katup adalah komponen penting dalam banyak sistem perpipaan yang diterapkan di berbagai industri seperti industri perminyakan, hidrolik dan pneumatik. Katup terutama digunakan untuk mengendalikan dan mengatur aliran fluida. Hal ini dilakukan dengan memvariasikan resistansi katup yang diterapkan pada sistem dengan memodulasi posisi penutupannya. Di antara katup, *gate valve* dan *ball valve* banyak digunakan karena sederhana dan efisiensinya. Selain itu, mereka mudah dimanipulasi saat beroperasi (Zenghloul et al., 2019).

Katup adalah perangkat mekanis berisi tekanan yang mengontrol aliran fluida dan tekanan dalam suatu sistem atau memodifikasi aliran fluida yang melewatinya. Beberapa fungsi katup adalah menghentikan dan memulai aliran fluida, memvariasikan (*throttling*) jumlah aliran fluida, dan mengendalikan atau memodulasi aliran. Torsi adalah gaya putar yang digunakan untuk menghasilkan gerak berputar (Gaya yang cenderung menimbulkan putaran). Torsi adalah ukuran seberapa besar gaya yang bekerja pada suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berputar. Torsi dihitung dengan mengalikan gaya dan jarak. Satuan SI untuk torsi adalah Newton-meter. Torsi katup adalah energi yang dibutuhkan untuk menutup atau membuka katup. Biasanya torsi katup yang tinggi terjadi pada pembukaan awal katup, begitu katup mulai membuka, torsi akan berkurang dan torsi katup cenderung meningkat ketika mencapai posisi terbuka penuh. Saat menentukan aktuator untuk



pengoperasian katup, penting untuk mengukur aktuatur secara akurat dengan margin keselamatan yang cukup berdasarkan kondisi desain. Jika aktuatur terlalu kecil maka tidak akan berfungsi dengan baik dan jika aktuatur terlalu besar akan menyebabkan masalah kontrol katup (Gokilakrishnan et al., 2014).

### 2.5.2 Fungsi *Valve*

Valve atau yang biasa disebut katup adalah sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian dari jalan alirannya. Valve dalam kehidupan sehari-hari, paling nyata adalah pada pipa air, seperti keran untuk air. Contoh akrab lainnya termasuk katup kontrol gas di kompor, katup kecil yang dipasang di kamar mandi dan masih banyak lagi (Fikri, 2022).

Katup yang memberikan kontrol aliran yang tepat akan menjadi komponen utama dalam mengalirkan fluida. Kontrol aliran yang tepat memainkan peran penting dalam industri proses seperti pembangkit listrik tenaga nuklir, pabrik petrokimia, dan pembangkit listrik tenaga panas (Kang et al., 2022).

Katup pengatur aliran banyak digunakan untuk mempertahankan rentang parameter operasi yang diinginkan, seperti kehilangan tekanan, laju aliran, perbedaan suhu, dan lain – lain, dari berbagai cairan, seperti gas, uap, air, atau senyawa kimia di berbagai industri. Katup tersebut memanipulasi fluida yang mengalir untuk mengkompensasi gangguan beban dan membantu mempertahankan kondisi aliran terkendali yang diinginkan (Tewari et al., 2021).

Katup adalah perangkat mekanis yang mengontrol aliran fluida dan tekanan dalam suatu sistem atau proses. Katup mengontrol sistem atau proses aliran dan tekanan fluida dengan melakukan salah satu fungsi berikut: (Jatkar & Dhanwe, 2013).

1. Menghentikan dan memulai aliran fluida
2. Memvariasikan (throttling) jumlah aliran fluida



3. Mengontrol arah aliran fluida
4. Mengatur tekanan sistem atau proses hilir
5. Melepaskan komponen atau menyalurkan tekanan berlebih

### 2.5.3 Jenis – Jenis *Valve*

#### a. *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 (Malik et al., 2018).

*Ball valve* adalah salah satu komponen penting dari sistem perpipaan aliran fluids untuk menghambat fluida atau untuk mengendalikan laju aliran fluida. *Ball valve* atau katup bola memiliki banyak keunggulan dibandingkan katup lain dalam strukturnya yang sederhana, resistansi aliran terendah, dan kinerja penutupan yang lebih tinggi. Karena manfaatnya, banyaknya sistem perpipaan jarak jauh telah menggunakan katup bola dengan pertimbangan kerugian keamanan dan tekanan pipa (Kim et al., 2018).

*Ball valve* pada intinya memiliki 4 komponen, sebuah bola, body bola, dudukan ring, dan batang. Di bagian dalam, ada gearbox dan aktuator untuk mengoperasikan atau membuka tutup *ball valve*. Sebuah bola yang berbentuk bulat dapat berputar hingga 90°, dan memiliki diameter dalam yang sama sebagai diameter dalam pipa



pada kondisi bukaan maksimum. *Ball valve* memiliki kinerja yang baik dalam penutupan pada tekanan tinggi. Oleh karena itu, *ball valve* telah banyak digunakan di berbagai industri bidang-bidang seperti dirgantara, transportasi, pabrik, industri bangunan, air, minyak, dan gas. Banyak penelitian para peneliti telah melakukan studi numerik dan eksperimental pada katup bola untuk menyelidiki karakteristik aliran dan untuk memastikan keamanan (Kim et al., 2018).

Katup bola banyak digunakan sebagai alat pengatur aliran. Desain katup bola konvensional melibatkan bola berongga, berlubang, atau berputar untuk mengontrol aliran fluida kerja. Karena struktur sederhana yang hanya memerlukan seperempat putaran batang untuk keadaan terbuka penuh atau tertutup penuh. Katup bola dikenal karena daya tahannya dan sifat penutupnya yang sangat baik. Namun desain ini tidak selalu memungkinkan pengendalian aliran yang tepat karena karakteristik aliran yang unik (Kang et al., 2022).



**Gambar 2.7.** *Ball Valve*

*Ball valve* adalah katup satu arah yang dioperasikan dan ditutup dengan tekanan pada bola yang dimasukkan ke dalam bukaan berbentuk cangkir. Katup bola adalah katup gerak rotasi yang menggunakan cakram berbentuk bola untuk memulai atau menghentikan aliran fluida. Ketika pegangan katup diputar untuk membuka katup, bola berputar hingga lubang yang melalui bola

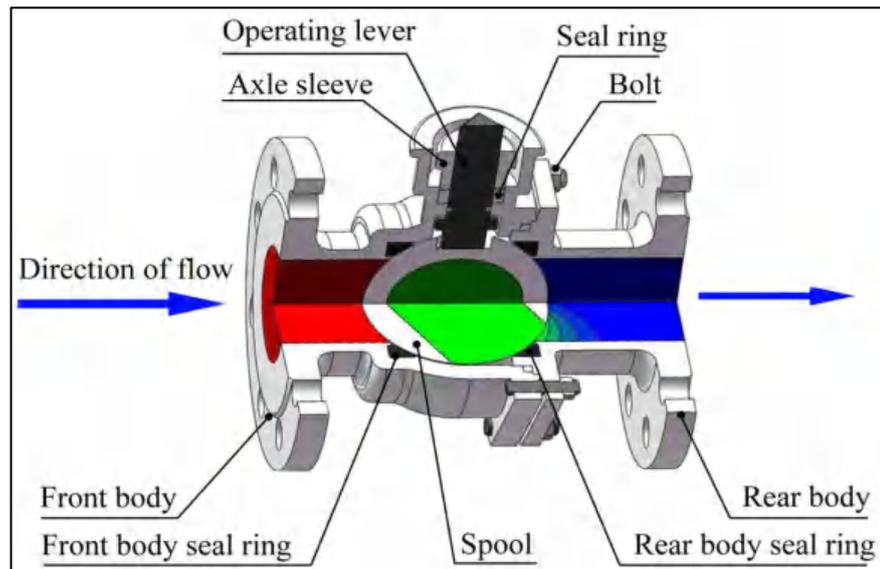


sejajar dengan saluran keluar dan masuk badan katup. Ketika katup ditutup, bola diputar sehingga lubang tegak lurus terhadap bukaan aliran pada badan katup dan aliran terhenti (Gokilakrishnan et al., 2014).

- Komponen katup bola:
  - Tubuh
  - Tempat duduk
  - Cakram (bola)
  - Pegangan (tuas)
  - Batang
- Keuntungan katup bola:
  - Katup bola adalah produk berbiaya rendah dibandingkan dengan konfigurasi katup apa pun.
  - Katup bola memiliki biaya perawatan yang rendah.
  - Pelumasan tidak diperlukan, dan katup bola memberi penyegelan ketat dengan torsi rendah.
- Kekurangan katup bola:
  - Katup bola konvensional mempunyai kapasitas yang relatif lebih sedikit karakteristik pelambatan.
  - Selama posisi throttling, tempat duduk terbuka sebagian cepat terkikis karena hal tersebut aliran berkecepatan tinggi.

*Ball valve* telah banyak digunakan dalam sistem HVAC karena mekanismenya yang sederhana dan pengoperasian yang mudah. Katup bola memenuhi permintaan pengguna akan aliran dengan throttle. Namun ketika cairan melewati katup, energi akan hilang. Kemudian akan terjadi kontraksi cairan dan pemuaian cairan. Sebagian energi yang hilang melalui radiasi berupa kebisingan, yang menyebabkan ketidaknyamanan membatasi prospek penerapan katup (Zhang et al., 2020).





**Gambar 2.8.** Diagram skematik model *ball valve* (Zhang et al., 2020)

b. *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 (Malik et al., 2018).

*Gate valve* juga dikenal sebagai katup pintu air, adalah katup yang dibuka dengan mengangkat gerbang berbentuk bulat atau persegi panjang keluar dari jalur fluida. Ciri khas katup gerbang adalah permukaan penyegelan antara gerbang dan dudukannya berbentuk planar, sehingga katup gerbang sering digunakan bila diinginkan aliran fluida garis lurus dan pembatasan minimum (Sathishkumar et al., 2017).

Katup gerbang terutama digunakan untuk membiarkan atau mencegah aliran fluida, namun katup gerbang tipikal tidak boleh digunakan untuk mengatur aliran, kecuali dirancang khusus untuk tujuan tersebut. Karena kemampuannya dalam menembus cairan, katup gerbang sering digunakan dalam industri perminyakan. Untuk cairan yang sangat kental, katup khusus yang sering dikenal sebagai



katup gerbang pisau digunakan untuk memotong cairan. Saat katup gerbang dibuka, jalur aliran diperbesar secara nonlinier terhadap persentase pembukaan. Artinya laju aliran tidak berubah secara merata seiring dengan perjalanan gebrang. Juga gerbang yang terbuka sebagian cenderung bergetar karena aliran fluida. Sebagian besar perubahan aliran terjadi di dekat penutup dengan kecepatan fluida yang relatif tinggi yang menyebabkan keausan gerbang dan dudukan serta kebocoran jika digunakan untuk mengatur aliran. Katup gerbang tipikal dirancang untuk dibuka atau ditutup sepenuhnya. Ketika terbuka penuh, katup gerbang tipikal tidak memiliki hambatan pada jalur aliran, sehingga kehilangan gesekan sangat rendah (Sathishkumar et al., 2017).



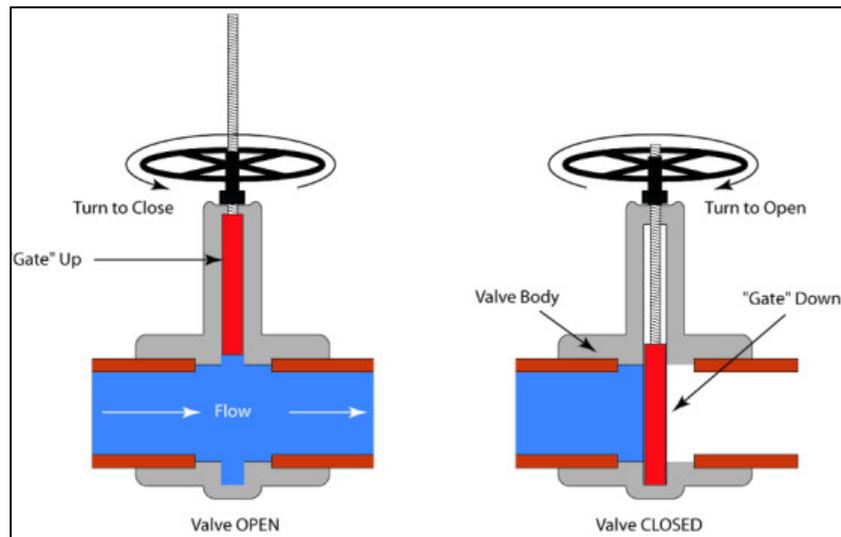
**Gambar 2.9.** *Gate Valve*

Katup gerbang digerakkan oleh batang berulir yang menghubungkan aktuator (misalnya roda tangan) ke gerbang. Mereka dicirikan memiliki batang yang meninggi atau tidak meninggi, tergantung pada ujung batang mana yang dijalin. Batang peninggi dipasang pada gerbang dan naik serta turun bersamaan saat katup dioperasikan, memberikan indikasi visual mengenai posisi



katup. Aktuatornya berbentuk mur yang diputar mengelilingi batang berulir untuk menggerakkannya (Sathishkumar et al., 2017).

Katup gerbang terutama dirancang untuk berfungsi sebagai katup isolasi. Dalam penggunaan, katup ini umumnya terbuka penuh atau tertutup penuh. Ketika terbuka penuh, fluida atau gas mengalir melalui katup dalam garis lurus dengan hambatan yang sangat kecil (Sathishkumar et al., 2017).



**Gambar 2.10.** Skematik *gate valve*

*Gate valve* adalah katup gerak linier yang digunakan untuk memulai atau menghentikan aliran fluida. Namun, ini tidak mengatur atau membatasi aliran. Nama gerbang diambil dari penampakan piringan di aliran. Piringan katup gerbang dikeluarkan seluruhnya dari aliran ketika katup terbuka penuh. Karakteristik ini hampir tidak memberikan hambatan aliran ketika katup terbuka. Oleh karena itu, ada sedikit penurunan tekanan pada katup gerbang saat terbuka (Jatkar & Dhanwe, 2013).

*Gate valve* dirancang untuk memenuhi berbagai aplikasi di kilang, kompleks Petrokimia, pabrik pupuk, pabrik pembangkit listrik (hydro - listrik, termal dan nuklir), pabrik baja, dan industri terkait. Mereka terbuat dari Coran Baja Karbon berkualitas tinggi dan mewujudkan fitur desain yang berkontribusi terhadap kekuatan



dan daya tahan. Katup dibuat dari bahan yang sesuai dengan spesifikasi internasional dan permintaan khusus dapat diberikan dengan trim khusus seperti baja tahan karat Austenitik, Satelit, dan lain – lain (Jatkar & Dhanwe, 2013).

c. *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 dariudukannya 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 (Malik et al., 2018).

*Globe valve* adalah katup kontrol dan digunakan untuk melakukan throttle secara efisien. Tempat duduknya sejajar dengan garis aliran dan perubahan arah aliran fluida melalui katup ini menghasilkan peningkatan resistensi dan penurunan tekanan yang cukup besar. *Globe valve* juga direkomendasikan untuk layanan yang memerlukan pengoperasian sering dan penghentian positif (Sreekala & Subramaniam, 2017).

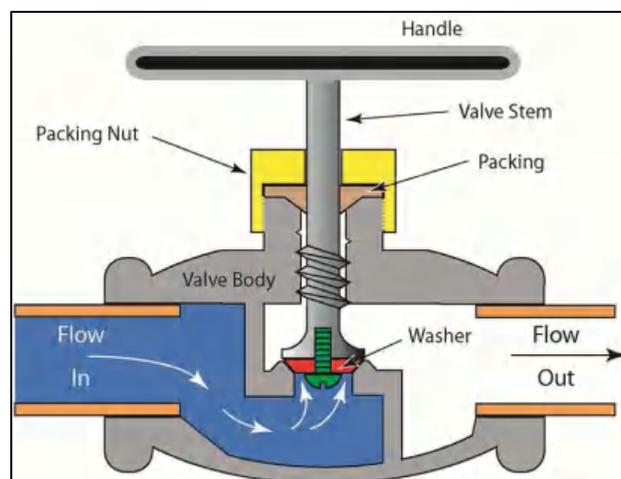
*Globe valve* banyak digunakan di kapal dan struktur pantai untuk mengatur aliran fluida dalam sistem perpipaan. Selama pengoperasian, katup dapat terancam oleh berbagai fenomena seperti kavitasi dan flashing karena geometri katup yang rumit sehingga menyebabkan penurunan tekanan yang tinggi (Nguyen et al., 2020).





**Gambar 2.11.** *Globe Valve*

Katup, sebagai alat pengatur aliran suatu fluida, hadir dalam berbagai desain untuk digunakan dalam industri kimia. Desain katup bergantung pada fluida yang ditangani, sifat kontrol atau aplikasi yang diinginkan serta suhu dan tekanan. Dalam industri kimia, katup dihadapkan pada persyaratan tinggi terhadap keselamatan dan keandalan, sehingga kekuatan rumah katup sangatlah penting. Salah satu katup yang paling umum digunakan dalam industri kimia adalah katup globe. Rumah katup globe yang khas memiliki struktur kompleks, diskontinuitas geometri yang terdiri dari perpotongan bola/silinder (Mitrovic et al., 2017).



**Gambar 2.12.** Skematik *globe valve*



*Globe valve* adalah jenis katup kontrol aliran gerak linear yang biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena kemampuannya menahan proses ekstrem dan persyaratan perawatan yang rendah. Badan katup globe terdiri dari jenis elemen cakram yang dapat digerakkan (penutup katup) dalam bejana berbentuk bola dengan dua bagian dipisahkan oleh penyekat internal, seperti skema yang ditunjukkan pada gambar 2.13 (Tewari et al., 2021).

#### 2.5.4 Fungsi Tiap Jenis *Valve*

##### a. *Ball Valve*

Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan ada 2 tipe *ball valve* yaitu:

1. *Full bore ball valve* adalah tipe *ball valve* dengan diameter lubang bolanya sama dengan diameter pipa. Jenis *full bore ball valves* biasanya digunakan pada *blow down, piggable line, production manifold, pipeline*. Dapat digunakan untuk pengendalian aliran, pengendalian tekanan, *shut off*, dan baik digunakan pada *high pressure* dan suhu yang tinggi
  2. *Reduced bore ball valve* adalah jenis *ball valve* yang diameter lubang bolanya tidak seukuran dengan ukuran pipa. Minimum diameter bola katup yang berkurang adalah satu ukuran lebih rendah dari ukuran diameter pipa sebenarnya. Misalnya ukuran diameter pipa 4 inch dan diameter bola *valve* adalah 3 inch. Dapat digunakan untuk pengendalian aliran, pengendalian tekanan, *shut off*, dan baik digunakan pada *high pressure* dan suhu yang tinggi
- Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan kelebihan *ball valve*

sebagai berikut:

1. Kehilangan tekanan sangat rendah.
2. Jarang terjadi kebocoran
3. Tidak begitu berat jika dibandingkan dengan *valve* lain
4. Mudah dibuka dan tidak mudah terkontaminasi



Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan kekurangan *ball valve* dijelaskan sebagai berikut:

1. *Seat* bisa rusak karena adanya gesekan antara *ball* dengan *seat*
2. Pembukaan *handle* yang cepat bisa menimbulkan *water hammer* pada sistem sehingga terjadi tekanan yang besar yang bisa merusak dinding pipa.

b. *Gate Valve*

Dalam penelitian Sumaryo (2020) ada 3 jenis *gate valve* dibedakan berdasarkan kegunaan dan pengoperasiannya:

1. *Rising stem gate valve*, jika dioperasikan *handwheel* anik dan *stem* juga naik. Jenis ini digunakan untuk tekanan yang tidak terlalu tinggi dan tidak cocok untuk getaran.
2. *Non rising stem gate valve*, jika dioperasikan *handwheel* tetap dan *stem* juga tetap. Jenis ini digunakan untuk tekanan yang tidak terlalu tinggi dan tidak cocok untuk getaran.
3. *Outside screw dan yoke gate valve*, jika dioperasikan *handwheel* tetap tapi *stem* naik. Jenis ini banyak digunakan di lapangan minyak, medan yang tinggi, temperature tinggi. Karena pada jenis ini *stem* naik atau turun bisa dijadikan penanda. Contoh, apabila *stem* tinggi itu menandakan posisi *valve* sedang buka penuh.

Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan keuntungan menggunakan *gate valve*:

1. *Low pressure drop* saat terbuka penuh
2. Ketat dan cukup bagus disaat tertutup penuh
3. Bebas kontaminasi
4. Sebagai gerbang penutupan penuh, sehingga tidak ada tekanan lagi. Dapat digunakan apabila akan melakukan perbaikan pada pipa.

Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan kerugian menggunakan *gate valve*:



1. Tidak disarankan untuk penggunaan terbuka separuh, karena akan menimbulkan gejala sehingga bisa mengakibatkan erosi dan perubahan posisi *gate* pada dudukan.
2. Untuk membuka dan menutup *valve* perlu waktu yang panjang dan memerlukan torsi yang tinggi.
3. Untuk ukuran 10 inci ke atas tidak cocok dipakai untuk *stem*.

c. *Globe Valve*

Dalam penelitian Sumaryo (2020) ada 3 jenis desain utama bentuk tubuh *globe valve* dengan kegunaannya dijelaskan masing – masing sebagai berikut:

1. *Z-Body* desain adalah tipe yang paling umum yang sering dipakai, dengan diafragma berbentuk Z. Posisi dudukan *disk* horizontal dan pergerakan batang *disk* tegak lurus terhadap sumbu pipa atau dudukan *disk*. Bentuknya yang simetris memudahkan dalam pembuatan, instalasi maupun perbaikannya.
2. *Y-Body* desain adalah sebuah alternatif untuk *high pressure drop*. Posisi dudukan *disk* dan batang bersudut 45° dari arah aliran fluidanya. Jenis ini sangat disarankan untuk penggunaan tekanan tinggi.
3. *Angle-Body* desain adalah modifikasi dasar dari *Z-Valve*. Jenis ini digunakan untuk mentransfer aliran dari vertikal ke horizontal.

Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan keuntungan menggunakan *globe valve* adalah:

1. Kemampuan dalam menutup baik.
2. Kemampuan *throttling* (mengatur laju aliran) cukup baik.

Dalam penelitian Sumaryo (2020) dijelaskan kelemahan utama penggunaan *globe valve* adalah:

1. Penurunan tekanan lebih tinggi dibandingkan dengan *valve* lainnya.
2. *Valve* ukuran besar membutuhkan daya yang cukup atau aktuator yang lebih besar untuk beroperasi.

