

# MODUL PRAKTIKUM

---

**MEKANIKA FLUIDA**  
**VI190206**



## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
Aturan Kerja Laboratorium SIS.....	3
Aturan Keamanan Laboratorium SIS.....	4
Panduan Berkegiatan di Laboratorium.....	5
Sanksi Pelanggaran Aturan.....	6
Denah Laboratorium Safety Instrumented System.....	6
<b>TEKNIS PRAKTIKUM.....</b>	<b>7</b>
Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan.....	7
Prosedur Penanganan Kondisi Darurat.....	16
Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen.....	16
<b>PROSEDUR KEDATANGAN.....</b>	<b>18</b>
Kebutuhan Saat di LAB SIS.....	18
Prosedur Kedatangan di LAB SIS.....	18
<b>DASAR TEORI PRAKTIKUM.....</b>	<b>20</b>
<b>PROSEDUR PRAKTIKUM.....</b>	<b>30</b>
P1 Analisis Performa Pompa.....	30
P2 Minor Losses pada sistem Perpipaan.....	32
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>36</b>
Lampiran 1. Safety Induction.....	36
Lampiran 2. Precaution.....	37
Lampiran 3. JSA (job safety analysis).....	38
Lampiran 4. Permit to work.....	39

## PENDAHULUAN

Sistem perpipaan merupakan elemen fundamental dalam berbagai aplikasi industri, khususnya dalam pengelolaan fluida seperti air, minyak, atau gas. Pemahaman mendalam mengenai dinamika aliran fluida dalam sistem perpipaan sangat penting untuk merancang sistem yang efisien, aman, dan ekonomis. Salah satu aspek krusial dalam analisis sistem perpipaan adalah kerugian kepala (head losses) dan kerugian kecil (minor losses), yang memengaruhi tekanan, aliran, dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, praktikum mekanika fluida ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam menganalisis kerugian kepala dan kerugian kecil pada sistem perpipaan, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap prinsip-prinsip dasar mekanika fluida dan aplikasinya di dunia industri. Sistem perpipaan merupakan elemen fundamental dalam berbagai aplikasi industri, khususnya dalam pengelolaan fluida seperti air, minyak, atau gas. Pemahaman mendalam mengenai dinamika aliran fluida dalam sistem perpipaan sangat penting untuk merancang sistem yang efisien, aman, dan ekonomis. Salah satu aspek krusial dalam analisis sistem perpipaan adalah kerugian kepala (head losses) dan kerugian kecil (minor losses), yang memengaruhi tekanan, aliran, dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, praktikum mekanika fluida ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam menganalisis kerugian kepala dan kerugian kecil pada sistem perpipaan, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap prinsip-prinsip dasar mekanika fluida dan aplikasinya di dunia industri. Pada praktikum kedua, fokus akan beralih ke analisis kerugian kecil (minor losses) pada sistem perpipaan menggunakan tiga plant simulasi, yaitu Plant Simulator Head Losses, Plant Water Flow, dan Plant Water Level Control. Mahasiswa diharapkan dapat menganalisis kerugian kecil yang disebabkan oleh berbagai fitting, seperti tikungan, katup, ekspansi, dan kontraksi, pada setiap plant yang memiliki karakteristik berbeda. Mereka akan mengukur kerugian tekanan akibat fitting tersebut, menghitung koefisien kerugian (K), dan membandingkan hasilnya di antara ketiga plant untuk memahami bagaimana desain komponen memengaruhi kerugian kecil. Dengan pendekatan ini, mahasiswa akan mendapatkan wawasan yang lebih luas tentang faktor-faktor yang memengaruhi kerugian kecil dan cara mengoptimalkan desain sistem perpipaan untuk meminimalkan kerugian tersebut. Praktikum ini diharapkan dapat memberikan pengalaman langsung kepada praktikan dalam mengoperasikan peralatan simulasi, mengukur parameter aliran fluida, dan menganalisis data untuk memahami kerugian kepala (Head losses) dan kerugian kecil (Minor losses).

s

### Aturan Kerja Laboratorium SIS

Tata tertib laboratorium ini digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan operasional dan layanan laboratorium di Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi-ITS. Tata tertib laboratorium wajib dipatuhi dan dilaksanakan oleh seluruh pengguna laboratorium dalam berkegiatan di laboratorium.

1. Operasional dan layanan laboratorium tersedia pada hari Senin – Jumat pukul 08.00 – 16.00 WIB. Kegiatan di luar waktu tersebut wajib menggunakan perijinan khusus.
2. Operasional dan layanan laboratorium dilaksanakan sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan.
3. Operasional dan layanan laboratorium dapat melalui teknisi laboratorium.
4. Pengguna laboratorium wajib menggunakan pakaian standar perkuliahan rapi dan sopan saat berkegiatan di laboratorium.
5. Pengguna laboratorium dilarang makan, minum, dan merokok di laboratorium.

6. Pengguna laboratorium wajib melepas dan menyimpan alas kaki pada tempat yang telah tersedia, serta menggunakan alas kaki khusus yang telah tersedia di laboratorium.
7. Pengguna laboratorium wajib menjaga keamanan, ketertiban, kebersihan, kerapuhan, dan keselamatan saat berkegiatan di laboratorium.
8. Pengguna laboratorium wajib membersihkan dan merapikan area kerja, serta mengembalikan peralatan yang digunakan dalam keadaan baik sesuai keadaan semula.
9. Pengguna laboratorium yang melanggar tata tertib akan dikenakan sanksi pencabutan ijin/akses menggunakan laboratorium.

### **Aturan Keamanan Laboratorium SIS**

Untuk menjaga keamanan laboratorium, pengguna wajib mematuhi beberapa poin berikut:

1. Laporkan semua kejadian kecelakaan, cedera, dan kerusakan alat kepada laboran/asisten laboratorium dengan segera.
2. DILARANG bersenda gurau atau tidur di dalam laboratorium.
3. DILARANG mengkonsumsi makanan dan minuman selama praktikum.
4. WAJIB mengetahui lokasi alat pengaman/safety tools (Kotak P3K, safety shower, eye wash, spill kit, wastafel, kacamata pengaman, sepatu pengaman, sarung tangan tahan panas, dsb).
5. WAJIB memahami metode dan cara penggunaan alat sebelum melakukan eksperimen di dalam laboratorium.
6. Gunakan pakaian beserta alas kaki yang aman saat berada di dalam ruang eksperimen.
7. Gunakan APD yang layak dan sesuai dengan benar saat melakukan eksperimen.
8. WAJIB mengikat rambut yang memiliki ukuran panjang mencapai dagu/lebih ke belakang kepala.
9. DILARANG menjalankan alat yang bersifat ilegal (tanpa izin).
10. DILARANG KERAS membuang limbah sembarangan. Pahami tempat pembuangan limbah yang sesuai sebelum melakukan eksperimen.
11. Tinggalkan catatan saat menggunakan alat dalam jangka waktu lama sebagai penanda/pengingat/peringatan bagi pengguna lain.
12. Bekerja dengan tenang dan bijak. Tetap bersikap siaga saat melakukan eksperimen di dalam laboratorium.
13. Bersih dan rapikan tempat kerja pasca melakukan eksperimen dan sebelum meninggalkan tempat kerja.

## Panduan Berkegiatan di Laboratorium



# PANDUAN BERKEGIATAN DI LABORATORIUM



Gunakan APD



Perhatikan tanda bahaya



Patuhi safety induction.



Dilarang menjalankan alat laboratorium tanpa izin atau pengawasan.



Jaga kebersihan ruang kerja.



Hati-hati dengan barang-barang pecah belah dan mudah terbakar.



Jangan tinggalkan alat yang sedang berjalan tanpa pengawasan.



Laksanakan kegiatan sesuai dengan prosedur yang berlaku

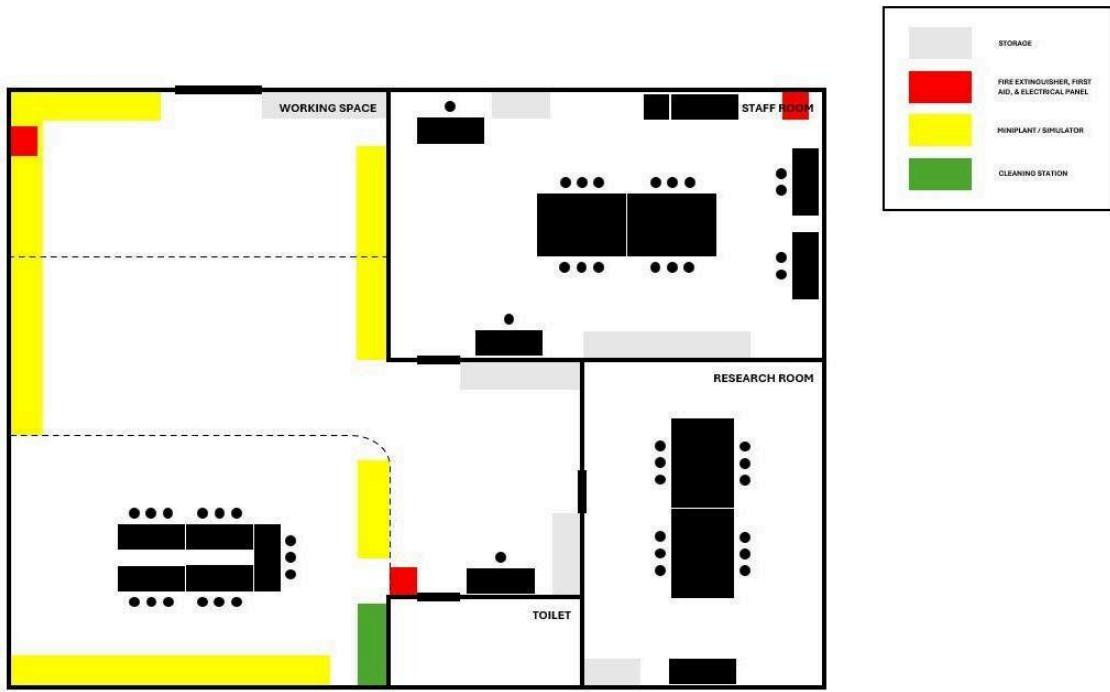


Mengembalikan peralatan dan bahan ke tempat semula

## Sanksi Pelanggaran Aturan

Pengguna laboratorium yang melanggar tata tertib akan dikenakan sanksi pencabutan ijin/akses menggunakan laboratorium.

## Denah Laboratorium Safety Instrumented System



Keterangan :

1. Ruangan dan Fungsinya:
  - **Working Space (Ruang Kerja)** : Area kerja utama dilengkapi dengan beberapa meja dan kursi.
  - **Staff Room (Ruang Staff)** : Ruangan khusus staf dengan meja, kursi dan beberapa fasilitas penyimpanan.
  - **Research Room (Ruang Penelitian)** : Ruangan ini dilengkapi dengan meja dan kursi untuk mendukung kegiatan diskusi atau eksperiment (praktikum).
  - **Toilet** : Fasilitas kamar kecil di dekat pintu masuk.
2. Elemen Dalam Denah (Warna)
  - **Abu-abu** menunjukkan area storage (penyimpanan), beberapa area ditandai sebagai tempat penyimpanan alat dan bahan.
  - **Merah** menunjukkan lokasi alat pemadam kebakaran, kotak P3K, dan panel listrik berada dibeberapa titik strategis.
  - **Kuning** menunjukkan area simulasi atau miniplant tersebar di beberapa bagian laboratorium
  - **Hijau** menunjukkan lokasi tempat pembersihan yang berada di dekat toilet untuk kebersihan dan keamanan laboratorium

## TEKNIS PRAKTIKUM

### Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan

Sebelum menggunakan alat dan bahan untuk melakukan eksperimen cek ketersediaan alat dan bahan. Perhatikan dan pahami cara penggunaan alat sebelum digunakan untuk melaksanakan praktikum. Berikut merupakan standar operasional peralatan di Laboratorium SIS.

#### 1. Kompresor



##### A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik kompresor, pastikan tidak ada kebocoran udara
2. Pastikan daya listrik mencukupi atau periksa tekanan gas jika menggunakan kompressor berbasis gas
3. Periksa dan isi oli jika diperlukan
4. Sesuaikan tekanan keluaran menggunakan regulator

##### B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan kompresor dan biarkan beberapa saat hingga mencapai tekanan kerja
2. Hubungkan selang udara ke alat yang membutuhkan suplai udara bertekanan
3. monitor tekanan selama penggunaan untuk memastikan stabilitas

##### C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan kompresor dan lepaskan tekanan sisa dari sistem
2. Simpan alat di tempat yang kering dan aman
3. Bersihkan bagian luar alat dan periksa apakah ada kebocoran atau kerusakan untuk pemeliharaan

#### 2. Pump Shimitzu PS-135 E



##### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan pompa berada dalam kondisi baik, tanpa kebocoran dan terpasang dengan benar
2. Periksa sumber daya pompa dan pastikan cukup aman untuk menggerakkan pompa
3. Pastikan selang masuk dan keluar dalam kondisi baik dan tidak tersumbat

B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan pompa dengan menyalakan sakelar daya
2. Pastikan aliran fluida berjalan sesuai kebutuhan dan tidak ada kebocoran
3. Cek tekanan dan suhu untuk mencegah overheat atau kerusakan pada komponen
4. Pastikan lingkungan sekitar pompa aman dan tidak ada gangguan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan pompa dengan mematikan sakelar daya
2. Periksa kembali kondisi pompa setelah digunakan
3. Bersihkan bagian luar serta dalam dan periksa apakah ada kebocoran atau kerusakan untuk pemeliharaan

### 3. Kompresor 3 Fasa



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan pada bodi, pipa udara, dan tangki penyimpanan. Periksa level oli (jika menggunakan kompresor pelumas oli). Pastikan filter udara dalam kondisi bersih untuk kinerja optimal.
2. Pastikan sumber daya listrik sesuai dengan spesifikasi kompresor (**380V / 400V / 415V, 3 fasa**). Periksa sambungan kabel, terminal, dan sistem proteksi seperti **MCB (Miniature Circuit Breaker)** dan **thermal overload relay**. Gunakan **kontaktor dan relay pengaman** untuk mencegah arus berlebih.
3. Periksa sambungan selang dan pipa untuk memastikan tidak ada kebocoran. Pastikan **pressure relief valve** berfungsi untuk mencegah tekanan berlebih.

B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan daya listrik dan tekan tombol **Start**.
2. Amati **pressure gauge** dan pastikan tekanan meningkat secara normal.
3. Jangan biarkan tekanan melebihi batas yang direkomendasikan.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Tekan tombol **Stop** sebelum memutus daya dari panel listrik.
2. Jangan langsung mematikan dari **MCB**, kecuali dalam keadaan darurat.
3. Buka **drain valve** untuk mengeluarkan air yang terbentuk dari udara terkompresi.
4. Lakukan ini secara rutin untuk mencegah korosi pada tangki.
5. Cek kondisi **seal, gasket, dan katup** untuk memastikan tidak ada kebocoran udara.

### 4. Pneumatic Control Valve



#### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada body valve, actuator, atau bagian koneksi.
2. Bersihkan valve dari debu, kotoran, atau partikel yang bisa mengganggu kerja mekanisme.
3. Pastikan kontrol pneumatik seperti solenoid valve atau regulator tekanan sudah siap digunakan.
4. Jika valve menggunakan positioner, pastikan sudah dikalibrasi.

#### B. Tahap Penggunaan

1. Buka katup suplai udara secara perlahan dan pastikan tekanan stabil.
2. Gunakan sinyal kontrol untuk membuka atau menutup valve sesuai kebutuhan. Pastikan valve merespons dengan cepat dan tanpa hambatan.
3. Amati apakah valve bekerja dengan lancar, tanpa suara abnormal atau kebocoran udara.
4. Jika menggunakan positioner, pastikan posisi valve sesuai dengan sinyal input.
5. Jika respon valve lambat atau tidak presisi, periksa tekanan suplai dan setting kontrol.

#### C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Tutup suplai udara jika valve tidak digunakan dalam waktu lama.
2. Cek apakah ada kebocoran di sekitar koneksi atau actuator.
3. Jika perlu, bersihkan bagian dalam valve untuk menghindari penumpukan kotoran.
4. Periksa seal dan diaphragm untuk memastikan tidak ada kebocoran udara.

### 5. PLC Schneider M221CE16R



#### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan PLC Schneider M221CE16R dalam kondisi baik tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau konektor yang patah.
2. Periksa apakah terminal input/output, port Ethernet, dan port komunikasi (COM) bersih dan tidak berkarat atau rusak.

3. Hubungkan PLC ke sumber daya dan nyalakan perangkat, lalu pastikan indikator status menyala dengan benar tanpa menunjukkan error (misalnya, lampu error berkedip).

B. Tahap Penggunaan

1. Hubungkan PLC ke laptop atau HMI menggunakan kabel Ethernet melalui port yang tersedia, pastikan koneksi stabil.
2. Buka perangkat lunak EcoStruxure Machine Expert - Basic, buat atau unggah program ladder logic, lalu lakukan komunikasi dengan PLC untuk memastikan perangkat terdeteksi.
3. Monitor input/output melalui perangkat lunak untuk memastikan sinyal dari sensor atau aktuator diterima dengan benar, dan periksa apakah ada indikator kesalahan seperti komunikasi terputus atau data tidak konsisten.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Setelah selesai, matikan PLC melalui prosedur shutdown yang benar (jika diperlukan) dan putuskan sambungan daya untuk menghemat energi.
2. Simpan PLC di tempat yang kering, bebas debu, dan terlindung dari benturan untuk menjaga keandalan perangkat.
3. Jika PLC menunjukkan performa yang tidak sesuai (misalnya, gagal membaca input atau komunikasi error), lakukan pemeriksaan konfigurasi atau reset perangkat sesuai panduan pabrikan.

## 6. Variable Speed Drive (VSD) Altivar Machine ATV320



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan VSD Altivar Machine ATV320 dalam kondisi baik, tidak ada kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau tombol yang tidak berfungsi.
2. Periksa terminal daya, terminal kontrol, dan port komunikasi untuk memastikan tidak ada kotoran, korosi, atau sambungan yang longgar.
3. Hubungkan VSD ke sumber daya sesuai spesifikasi (cek label tegangan), lalu nyalakan perangkat dan pastikan layar menunjukkan status normal tanpa indikator error.

B. Tahap Penggunaan

1. Hubungkan terminal kontrol VSD ke PLC atau perangkat kontrol lainnya menggunakan kabel yang sesuai, pastikan polaritas benar untuk input/output sinyal.
2. Konfigurasikan parameter VSD melalui panel kontrol (misalnya, kecepatan motor, mode operasi) atau via perangkat lunak seperti SoMove, sesuaikan dengan kebutuhan aplikasi.

3. Jalankan motor melalui VSD, monitor parameter seperti kecepatan, arus, dan tegangan pada layar VSD, lalu simpan data operasional jika diperlukan untuk analisis.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Hentikan operasi VSD dengan menekan tombol stop pada panel kontrol, lalu pastikan motor berhenti sepenuhnya sebelum memutuskan daya.
2. Matikan VSD setelah selesai digunakan untuk menghemat daya dan memperpanjang umur alat, lalu putuskan sambungan daya dengan aman.
3. Lepaskan kabel kontrol dengan hati-hati dan atur kabel dengan rapi untuk mencegah kerusakan.
4. Bersihkan layar dan bodi VSD dari debu atau kotoran menggunakan kain lembut, lalu simpan di tempat kering dan bebas getaran.

## 7. Digital Turbine Flow Meter



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan Digital Turbine Flow Meter dalam kondisi baik, tidak ada kerusakan fisik pada bodi atau layar, dan sambungan pipa bersih dari kotoran.
2. Pasang flow meter pada sistem perpipaan sesuai dengan arah aliran yang ditunjukkan oleh panah pada alat, lalu pastikan sambungan rapat untuk mencegah kebocoran.
3. Hubungkan flow meter ke sumber daya listrik (jika diperlukan) atau pastikan baterai terisi penuh, lalu periksa apakah layar menyala tanpa indikator error.

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan Digital Turbine Flow Meter dengan menekan tombol daya (jika ada) dan tunggu hingga layar menunjukkan status siap.
2. Atur parameter pengukuran seperti satuan aliran (liter/menit, galon/menit, dll.) melalui tombol atau menu pada alat, sesuai kebutuhan pengukuran.
3. Mulai aliran fluida melalui sistem perpipaan dan pastikan fluida mengalir melalui flow meter.
4. Amati dan catat data laju aliran yang ditampilkan pada layar, lalu periksa apakah nilai yang ditampilkan konsisten dan masuk akal.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan Digital Turbine Flow Meter dengan menekan tombol daya (jika ada) atau hentikan aliran fluida jika alat tidak memiliki tombol daya.
2. Lepaskan flow meter dari sistem perpipaan dengan hati-hati (jika perlu dilepas), pastikan fluida telah berhenti mengalir untuk mencegah tumpahan.
3. Bersihkan flow meter dari sisa fluida atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau benturan.

## **8. 3 Phase Pump PEDROLL**



### **A. Tahap Persiapan**

1. Pastikan 3 Phase Pump PEDROLLO dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau kebocoran pada sambungan pipa.
2. Hubungkan pompa ke sumber daya listrik tiga fase sesuai spesifikasi (cek label tegangan dan arus), pastikan kabel daya dan grounding terpasang dengan aman.
3. Periksa sistem perpipaan yang terhubung ke pompa, pastikan inlet dan outlet tidak tersumbat serta katup dalam posisi terbuka untuk aliran fluida.

### **B. Tahap Penggunaan**

1. Nyalakan 3 Phase Pump PEDROLLO dengan menekan tombol start pada panel kontrol atau saklar daya, lalu tunggu hingga pompa beroperasi dengan stabil.
2. Atur parameter operasi seperti tekanan atau aliran (jika terhubung dengan VSD), menggunakan panel kontrol atau perangkat eksternal sesuai kebutuhan aplikasi.
3. Pastikan fluida mengalir dengan lancar melalui sistem perpipaan tanpa kebocoran atau tekanan berlebih.
4. Amati performa pompa, seperti kebisingan, getaran, atau suhu motor, untuk memastikan tidak ada tanda-tanda masalah operasional.

### **C. Tahap Pasca Penggunaan**

1. Matikan 3 Phase Pump PEDROLLO dengan menekan tombol stop pada panel kontrol atau memutuskan daya, pastikan pompa berhenti sepenuhnya.
2. Tutup katup inlet dan outlet untuk mencegah aliran balik, lalu lepaskan tekanan sisa dalam sistem perpipaan dengan aman.
3. Bersihkan pompa dari sisa fluida atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau kelembapan tinggi.

## **9. Electromagnetic Flowmeter ENDRESS HAUSER**



### **A. Tahap Persiapan**

- Pastikan Electromagnetic Flowmeter Endress+Hauser dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau layar yang bermasalah.
- Pasang flowmeter pada sistem perpipaan sesuai dengan arah aliran yang ditunjukkan oleh panah pada alat, lalu pastikan sambungan flange rapat untuk mencegah kebocoran.
- Hubungkan flowmeter ke sumber daya listrik sesuai spesifikasi (cek label tegangan), dan pastikan kabel grounding terpasang untuk keamanan operasi.

**B. Tahap Penggunaan**

- Nyalakan Electromagnetic Flowmeter Endress+Hauser dengan aktifkan melalui sumber daya, lalu tunggu hingga layar menunjukkan status siap.
- Konfigurasikan parameter pengukuran seperti satuan aliran ( $m^3/jam$ , liter/menit, dll.) melalui tombol atau menu pada layar flowmeter, sesuaikan dengan kebutuhan pengukuran.
- Pastikan fluida konduktif mengalir melalui flowmeter dan tidak ada udara di dalam pipa untuk memastikan pengukuran akurat.
- Amati data laju aliran yang ditampilkan pada layar, lalu periksa apakah nilai yang ditampilkan stabil dan sesuai dengan kondisi sistem.

**C. Tahap Pasca Penggunaan**

- Matikan Electromagnetic Flowmeter Endress+Hauser dengan menekan tombol daya (jika ada) atau putuskan sumber daya setelah aliran fluida dihentikan.
- Pastikan fluida telah berhenti mengalir untuk mencegah tumpahan.
- Bersihkan flowmeter dari sisa fluida atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau kelembapan tinggi.

## 10. PLC SIEMENS S71200 1212C DC/DC/Relay



**A. Tahap Persiapan**

- Pastikan PLC Siemens S7-1200 1212C DC/DC/Relay dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau terminal yang patah.
- Hubungkan PLC ke sumber daya DC sesuai spesifikasi (cek label tegangan), pastikan kabel daya dan grounding terpasang dengan benar untuk mencegah gangguan listrik.
- Periksa terminal input/output (DI/DO) dan port komunikasi untuk memastikan tidak ada kotoran atau kerusakan, lalu siapkan kabel untuk koneksi ke perangkat eksternal.

**B. Tahap Penggunaan**

1. Nyalakan PLC Siemens S7-1200 dengan menghubungkan daya, lalu tunggu hingga indikator "RUN" menyala hijau, menandakan perangkat siap digunakan.
  2. Gunakan perangkat lunak TIA Portal untuk mengunggah atau mengedit program ladder logic, lalu atur parameter seperti input/output sesuai kebutuhan sistem.
  3. Pastikan sinyal dari sensor atau perangkat lain diterima dengan benar oleh PLC melalui terminal input, dan output relay mengontrol perangkat seperti pompa atau katup.
  4. Amati status operasi PLC melalui indikator LED (RUN/STOP/ERROR) dan perangkat lunak untuk memastikan tidak ada kesalahan atau gangguan selama pengoperasian.
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Matikan PLC Siemens S7-1200 dengan memutuskan daya setelah memastikan sistem berhenti beroperasi dengan aman.
  2. Lepaskan koneksi kabel input/output dan komunikasi dengan hati-hati untuk mencegah kerusakan pada terminal.
  3. Bersihkan PLC dari debu atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari kelembapan atau getaran.

## 11. Human Machine Interface (HMI) HAIWELL



- A. Tahap Persiapan
1. Pastikan HMI Haiwell dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau layar yang bermasalah.
  2. Hubungkan HMI ke sumber daya listrik sesuai spesifikasi (cek label tegangan), lalu pastikan kabel daya dan koneksi komunikasi RS485 terpasang dengan benar.
  3. Periksa konfigurasi awal HMI, seperti alamat komunikasi, untuk memastikan kompatibilitas dengan PLC atau perangkat lain yang akan dihubungkan.
- B. Tahap Penggunaan
1. Nyalakan HMI Haiwell dengan menghubungkan daya, lalu tunggu hingga layar menampilkan antarmuka utama dan siap digunakan.
  2. Gunakan perangkat lunak HMI (seperti Haiwell Cloud atau perangkat lunak desain HMI) untuk mengunggah atau memuat proyek HMI, lalu atur parameter seperti tag data atau layar kontrol.
  3. Pastikan HMI terhubung dengan PLC atau perangkat lain, lalu verifikasi bahwa data seperti kecepatan pompa atau level air ditampilkan dengan benar pada layar.
  4. Amati respons HMI terhadap input pengguna (misalnya, tombol sentuh) dan pastikan kontrol yang diberikan (seperti start/stop pompa) berfungsi sesuai harapan.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Simpan program terbaru di komputer sebagai backup jika diperlukan nanti. Dokumentasikan perubahan yang dilakukan untuk referensi di masa depan.
2. Jika PLC tidak digunakan dalam waktu lama, matikan daya dengan prosedur yang aman. Jika sistem harus selalu menyala, pastikan lingkungan operasional tetap stabil.
3. Periksa kondisi hardware seperti kabel, terminal, dan modul secara berkala. Bersihkan PLC dari debu untuk mencegah gangguan pada sistem. Pastikan baterai PLC (jika ada) masih dalam kondisi baik agar program tidak hilang saat mati daya.

**12. Pompa air solar panel surya DC 12v**



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan Pompa Air DC 12V dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau kebocoran pada sambungan pipa.
2. Hubungkan pompa ke adaptor daya (steker) DC 12V yang sesuai, pastikan kabel positif dan negatif terpasang dengan benar sesuai polaritas untuk mencegah kerusakan.
3. Periksa sistem perpipaan yang terhubung, pastikan inlet dan outlet tidak tersumbat serta adaptor daya terhubung ke sumber listrik yang stabil (misalnya, stopkontak)..

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan Pompa Air DC 12V dengan mencolokkan steker adaptor ke stopkontak, lalu pastikan pompa mulai beroperasi dengan stabil setelah menerima daya.
2. Atur saklar daya pada adaptor (jika ada) ke posisi ON, atau gunakan pengatur tegangan (jika adaptor mendukung) untuk memastikan pompa beroperasi pada kapasitas yang diinginkan.
3. Pastikan air mengalir dengan lancar melalui sistem perpipaan tanpa hambatan atau kebocoran.
4. Amati performa pompa, seperti laju aliran air atau suara motor, untuk memastikan tidak ada tanda-tanda masalah seperti getaran berlebih atau aliran tersendat.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan Pompa Air DC 12V dengan mencabut steker adaptor dari stopkontak atau mematikan saklar daya pada adaptor, pastikan pompa berhenti beroperasi sepenuhnya.
2. Lepaskan sambungan pipa (jika perlu) dengan hati-hati, pastikan air telah berhenti mengalir untuk mencegah tumpahan.
3. Bersihkan pompa dari sisa air atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau kelembapan tinggi.

**13. Water Flow Sensor Aichi 1/2”**



**A. Tahap Persiapan**

1. Pastikan Water Flow Sensor Aichi 1/2" dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada bodi atau sambungan yang longgar.
2. Pasang sensor pada sistem perpipaan sesuai dengan arah aliran yang ditunjukkan oleh panah pada alat, lalu pastikan sambungan pipa rapat untuk mencegah kebocoran.
3. Hubungkan kabel sensor ke perangkat kontrol mikrokontroler

**B. Tahap Penggunaan**

1. Aktifkan Water Flow Sensor Aichi 1/2" dengan menghidupkan sumber daya ke perangkat kontrol, lalu tunggu hingga sensor siap mendeteksi aliran.
2. Mulai aliran air melalui sistem perpipaan, lalu atur laju aliran (jika memungkinkan) untuk memastikan sensor dapat mendeteksi dengan akurat.
3. Pastikan sinyal dari sensor (biasanya berupa pulsa) diterima dengan benar oleh perangkat kontrol, lalu konversi sinyal pulsa menjadi laju aliran sesuai spesifikasi sensor.
4. Amati data laju aliran yang dihasilkan, lalu periksa apakah nilai yang ditampilkan konsisten dan sesuai dengan kondisi aliran air.

**C. Tahap Pasca Penggunaan**

1. Bersihkan sensor dari sisa air atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau kelembapan tinggi.

## 14. Pressure Gauge



**A. Tahap Persiapan**

1. Pastikan Pressure Gauge dalam kondisi baik, tanpa kerusakan fisik seperti retakan pada kaca atau jarum yang macet.

2. Pasang Pressure Gauge pada sistem perpipaan atau tangki dengan memasang ulirnya ke fitting yang sesuai, lalu pastikan sambungan rapat untuk mencegah kebocoran.
3. Periksa posisi jarum pada Pressure Gauge, pastikan berada pada nol (atau posisi awal) sebelum tekanan diterapkan, jika tidak, sesuaikan menggunakan sekrup kalibrasi (jika tersedia).

D. Tahap Penggunaan

1. Mulai aliran fluida atau tekanan dalam sistem perpipaan atau tangki tempat Pressure Gauge terpasang, lalu tunggu hingga tekanan stabil.
2. Atur sistem untuk memberikan tekanan yang diinginkan, jika memungkinkan, menggunakan katup atau pompa untuk mengontrol tekanan.
3. Pastikan jarum Pressure Gauge bergerak sesuai dengan tekanan yang diterapkan, lalu baca nilai tekanan dalam satuan yang sesuai (misalnya, bar atau psi).
4. Amati pergerakan jarum untuk memastikan tidak ada lonjakan tekanan yang tidak normal, lalu catat nilai tekanan untuk analisis.

E. Tahap Pasca Penggunaan

1. Hentikan tekanan dalam sistem dengan menutup katup atau mematikan pompa, lalu tunggu hingga tekanan kembali ke nol pada Pressure Gauge.
2. Bersihkan Pressure Gauge dari sisa fluida atau kotoran, lalu simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu atau benturan.

## **Prosedur Penanganan Kondisi Darurat**

Laboratorium merupakan salah satu contoh tempat/lokasi dengan berbagai macam bahaya yang berpotensi menyebabkan suatu keadaan/kondisi darurat. Keadaan darurat di dalam laboratorium dapat terbagi menjadi 2 jenis yaitu : kecelakaan, dan bencana alam. Ikuti langkah berikut dengan seksama.

### **A. Keadaan Darurat karena Kecelakaan Kerja**

Kecelakaan kerja dalam laboratorium menyebabkan bahaya seperti terkena benda panas/tajam, kerusakan sambungan listrik, kebakaran, tersengat listrik, dan lain-lain. Saat mengalami kecelakaan ketika bekerja di dalam laboratorium, langkah pertama dan utama yang harus dilakukan adalah tetap tenang.

- 1. Apabila terjadi reaksi/arus pendek yang menyebabkan kebakaran : DILARANG KERAS**  
menyiram api menggunakan air. Jika kebakaran disebabkan oleh arus pendek, putuskan sambungan listrik terlebih dahulu sebelum memadamkan api. Gunakan APAR (Alat Pemadam Api Ringan)/kain basah untuk memadamkan api.
- 2. Jika terdapat kulit yang mengalami luka bakar dalam jumlah dan ukuran kecil :** bilas menggunakan air bersih yang mengalir, letakkan es batu/air dingin sekitar luka, lalu obati dengan analgesik (salep/larutan rivanol). Hubungi petugas untuk pengobatan lebih lanjut.
- 3. Jika terdapat kulit yang mengalami luka akibat benda tajam dalam jumlah dan ukuran kecil :** bersihkan luka menggunakan air bersih yang mengalir untuk memastikan tidak ada kotoran yang tertinggal dalam luka, oleskan larutan antiseptik di sekitar luka dan tutup dengan plester.
- 4. Jika terdapat luka yang cukup parah akibat kecelakaan kerja :** segera hubungi petugas untuk segera dibawa ke rumah sakit

### **B. Keadaan Darurat karena Bencana Alam**

Bencana alam yang dapat menyebabkan keadaan darurat di dalam laboratorium SIS antara lain : kebakaran, gempa bumi, badai, dll. Setiap bencana alam memiliki prosedur keselamatan yang berbeda sebagai berikut:

- 1. Kebakaran :** jika masih sempat maka jauhkan bahan kimia yang mudah terbakar dari dalam laboratorium dan matikan semua perangkat listrik. Keluar dari laboratorium secara bergantian dan teratur. Jika asap sudah banyak tersebar dalam ruangan, tutup hidung dengan lengan baju anda dan berjalan dengan cara merangkak ke arah luar ruangan menuju pintu atau titik evakuasi. Membasahi beberapa bagian tubuh menggunakan air dapat mengurangi potensi terkena luka bakar. Tetap berhati-hati dengan kobaran api yang masih menyebar.
- 2. Gempa Bumi :** berlindung di bawah meja yang dapat menahan beban reruntuhan. Keluar dari ruangan dengan berhati-hati, bergantian, dan teratur. Gunakan selembar papan jika ada untuk melindungi diri dari reruntuhan saat keluar dari ruangan dan berjalan ke titik evakuasi.
- 3. Badai :** siapkan pencahayaan cadangan dan pastikan semua pintu serta jendela tertutup rapat guna melindungi dari benda-benda asing yang terbang akibat tertipu angin. Matikan seluruh sambungan listrik untuk mengurangi risiko kerusakan pada alat laboratorium.

## **Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen**

Sampah/limbah hasil eksperimen memiliki prosedur tersendiri dalam pengolahannya. Berdasarkan bentuknya, limbah dibedakan menjadi 2 kategori : padatan dan cairan. Limbah padatan terbagi menjadi : limbah barang pecah belah, limbah padatan kering, dan limbah medis (sarung tangan dan masker). Sedangkan limbah cair terbagi menjadi : limbah pelarut dan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). **DILARANG KERAS MEMBUANG SAMPAH/LIMBAH KE WASTAFEL DAN SELOKAN.**

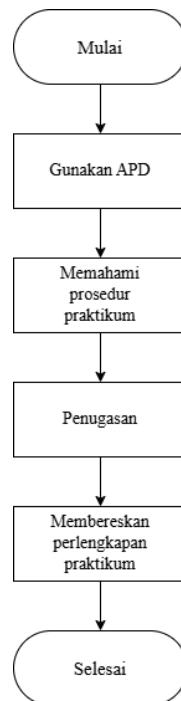
## PROSEDUR KEDATANGAN

### Kebutuhan Saat di LAB SIS

1. Berada dalam kondisi kesehatan yang optimal. Urungkan niat untuk datang ke laboratorium jika merasa tidak sehat, beristirahatlah di rumah dan/atau periksakan diri ke dokter terdekat.
2. Membawa keperluan praktikum yang telah ditentukan
3. Mengikuti safety briefing yang diberikan oleh asisten laboratorium dan/atau laboran dengan cermat. Seluruh praktikan WAJIB mengikuti safety briefing sebelum melakukan praktikum. Asisten praktikum wajib memastikan seluruh praktikan sudah mengikuti safety briefing sebelum melaksanakan praktikum.

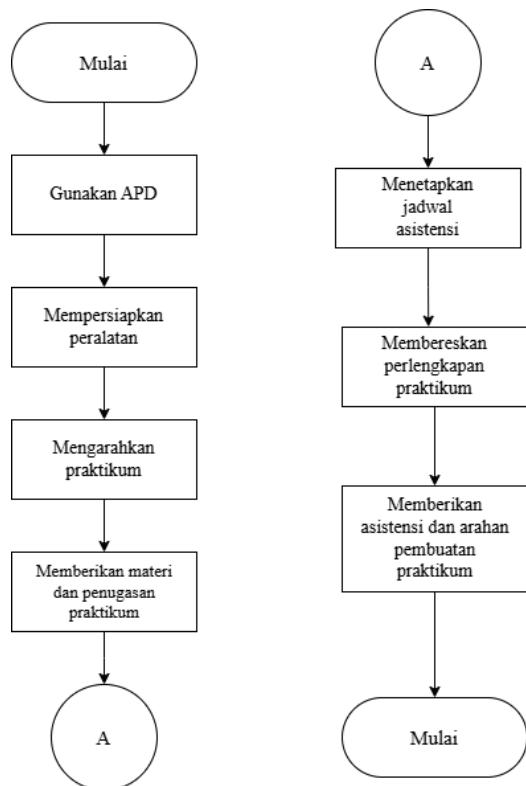
### Prosedur Kedatangan di LAB SIS

#### A. Untuk praktikan



1. Gunakan APD yang memiliki kondisi masih layak pakai dengan benar. Tanyakan kepada asisten laboratorium/laboran untuk tempat penyimpanan APD berada.
2. Demi keamanan pelaksanaan praktikum, pahami metode eksperimen yang digunakan sebelum melakukan eksperimen.
3. Saat menuju meja eksperimen, pastikan alat dan bahan praktikum telah lengkap tersedia. Jika alat dan bahan praktikum belum tersedia, segera tanyakan kepada asisten laboratorium/laboran untuk tempat penyimpanan alat dan bahan praktikum berada.
4. Laksanakan praktikum dengan cermat, disiplin, dan waspada. Patuhi aturan yang diberikan demi keamanan pelaksanaan praktikum.
5. Dengarkan arahan/penugasan dari asisten laboratorium/laboran dengan cermat sehingga dapat meningkatkan produktivitas saat pelaksanaan asistensi praktikum.
6. Bersihkan meja eksperimen ketika telah selesai melakukan eksperimen dengan hati-hati.

## B. Untuk Asisten Laboratorium



1. Sediakan dan gunakan APD yang memiliki kondisi masih layak pakai dengan benar.
2. Pastikan alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum dapat digunakan.
3. Berikan arahan dan dampingan saat melaksanakan praktikum dengan benar dan disiplin.
4. Berikan penjelasan mengenai materi praktikum/penugasan pasca melakukan praktikum dengan jelas.
5. Sebelum mengakhiri praktikum, tetapkan jadwal kapan perlu melakukan asistensi data.
6. Setelah praktikum selesai, bersihkan dan rapikan alat serta bahan praktikum. Pastikan alat tidak mengalami kerusakan dan bahan praktikum kembali ke tempat penyimpanan yang tepat.
7. Berikan arahan yang jelas saat melakukan asistensi dan pembuatan laporan.

## DASAR TEORI PRAKTIKUM

### 1. *Minor Losses*

*Minor loss* terjadi akibat perubahan arah seperti belokan (*elbow*), tikungan (*bends*), pembesaran penampang (*expansion*), dan pengecilan penampang (*contraction*). Kehilangan energi minor ini terjadi karena adanya tumbukan antar partikel zat cair dan peningkatan gesekan yang disebabkan oleh turbulensi, serta distribusi kecepatan yang tidak merata dalam penampang pipa. Ketika lapisan batas

terpisah dari dinding pipa, terbentuk pusaran air yang mengganggu aliran laminar dan meningkatkan tingkat turbulensi. Minor loss dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$h_{mf} = \frac{kv^2}{g}$$

Keterangan:

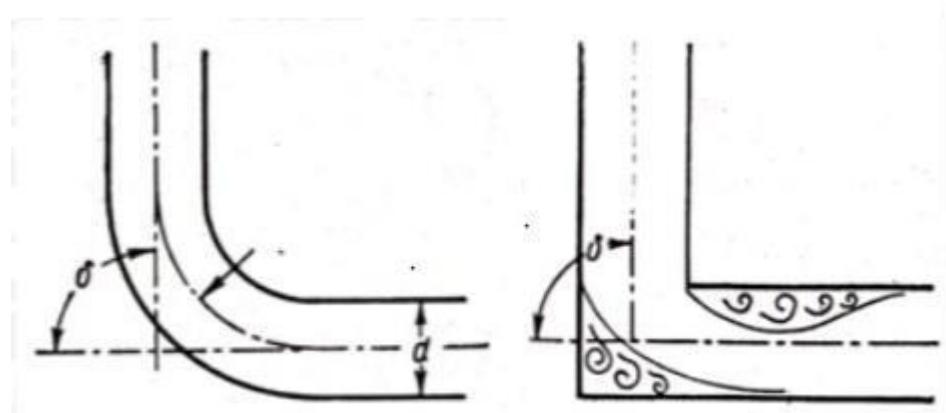
$h_{mf}$  = minor loss

$k$  = koefisien head loss (D2/D1)

$v$  = kecepatan aliran (m/s)

$g$  = gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Belokan menyebabkan kerugian energi pada aliran fluida yang cukup besar, hal ini dikarenakan pada belokan terjadi pemisahan aliran dan turbulensi. Kerugian pada belokan semakin meningkat dengan bertambah besarnya sudut belokan (8). Sudut belokan adalah sudut antara saluran arah masuk aliran terhadap negatif saluran arah keluar aliran. Belokan halus circular cenderung mengurangi turbulensi yang menghambat aliran bila dibandingkan dengan belokan yang kasar dan siku.



Losses yang terjadi pada belokan disebabkan oleh adanya aliran sekunder (twin eddy). Ketika fluida bergerak pada belokan saluran, muncul gaya sentrifugal yang bekerja pada partikel-partikel fluida. Gaya sentrifugal yang terjadi sebanding dengan kuadrat kecepatan fluida. Karena kecepatan fluida yang tidak seragam, semakin besar mendekati pusat dan semakin mengecil mendekati dinding maka gaya sentrifugal yang bekerja pada tengah arus jauh lebih besar daripada gaya sentrifugal pada lapisan batas. Akibatnya muncul vortex atau swirl yang menyebabkan rotasi fluida dan aliran sekunder.

## 2. Total Head

Fluida adalah zat yang dapat mengalir menempati ruangan, mempunyai partikel yang mudah bergerak dan berubah bentuk tanpa pemisahan massa. Ketika fluida dialirkan dalam sebuah pipa, fluida ini memiliki energi potensial gravitasi, energi kinetik, tekanan, tegangan geser. Dalam sebuah plant desain perpipaan biasanya pipa akan disusun dengan menambahkan sambungan bahan belokan (*elbow*). Bahkan diameter pipa tidak selalu sama dan menyesuaikan kebutuhan. Total head dalam fluida adalah konsep yang menggambarkan total energi yang dimiliki oleh fluida pada suatu titik dalam sistem aliran. Alasan mengapa fluida memiliki total head terkait dengan prinsip-prinsip dasar mekanika fluida dan hukum kekekalan energi. *Total Head* ( $H$ ) mencakup tiga komponen utama:

- *Elevasi head* ( $z$ ) dikarenakan adanya energi potensial gravitasi.
- *Pressure head* ( $\frac{P}{\gamma}$ ) dikarenakan adanya energi akibat tekanan.
- *Velocity head* ( $\frac{v^2}{2g}$ ) dikarenakan adanya energi kinetik.

*Head loss* adalah kehilangan energi total fluida per satuan berat yang terjadi karena gesekan dan perubahan kecepatan. *Head loss* dihitung dengan mengurangkan total head fluida di hilir dari total head fluida di hulu. *Head loss* terbagi menjadi dua macam, yaitu head loss mayor dan head loss minor. *Head loss* sendiri ( $H_L$ ) merupakan penjumlahan dari head loss mayor dan head loss minor, seperti dituliskan dalam rumus sebagai berikut:

$$H_L = H_A + h_B$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Keterangan:

$H_A$  adalah *total head* pada titik awal (1).

$H_B$  adalah *total head* pada titik akhir (2).

$h_L$  adalah *head loss* antara titik awal dan titik akhir.

$Z_1$  adalah tinggi pada titik awal (1).

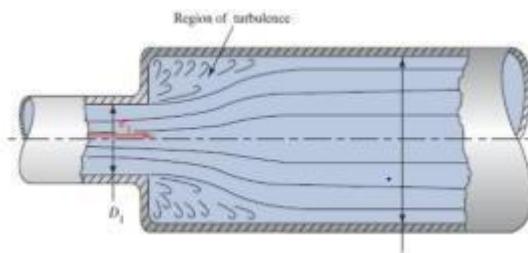
$Z_2$  adalah tinggi pada titik akhir (2).

## 3. Jenis Minor Losses

Jenis-jenis minor losses mencakup berbagai contoh seperti: konstanta K, Sudden enlargement, Exit loss, Gradual enlargement, Sudden contraction, Gradual contraction, Entrance loss, Valve & Fitting untuk lebih jelasnya seperti berikut:

### 1) Sudden enlargement

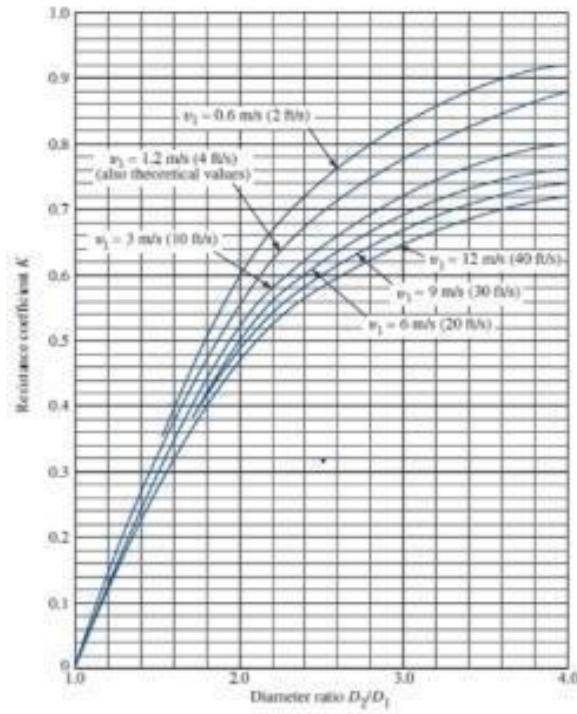
Fluida mengalir dari pipa yang lebih kecil ke pipa yang lebih besar secara tiba-tiba, Kecepatannya pun tiba-tiba menurun. Terdapat turbulensi, yang menyebabkan kehilangan energi



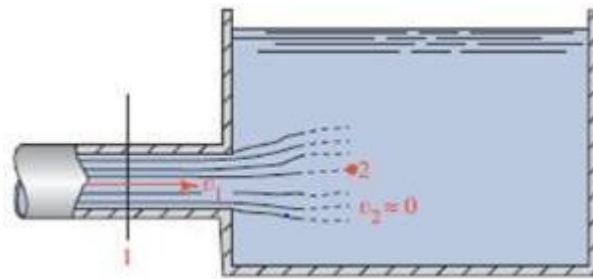
Besarnya minor losses dapat dihitung dari rumus:

$$h_L = k \left( \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

dimana \$v\_1\$ adalah besarnya kecepatan rata-rata fluida pada sisi diameter kecil, sedangkan nilai \$K\$ = koefisien head loss .



## 2) Energy Exit loss



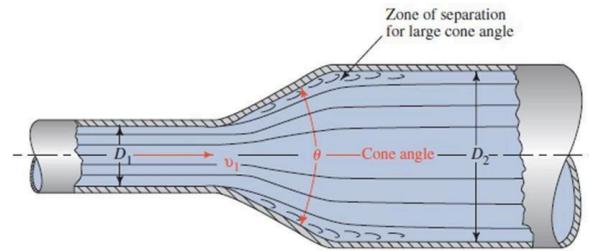
Besarnya minor losses pada sebuah sudden enlargement dimana air mengalir melalui pipa kemudian masuk ke dalam tangka, besarnya losses dapat dihitung dari rumus:

$$h_L = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

dimana  $K=1$  dan  $v_2=0$ , maka besarnya :

$$h_L = \left( \frac{vI^2}{2g} \right)$$

### 3) Gradual enlargement



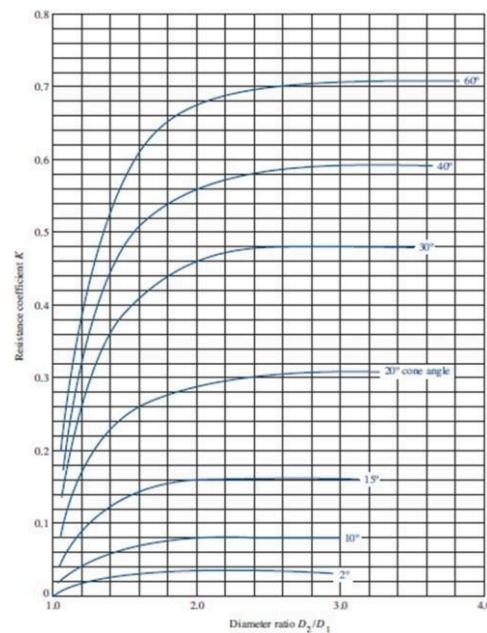
Besarnya minor losses dapat dihitung dari rumus:

$$vI^2$$

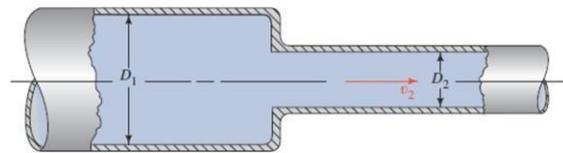
$$h$$

$$_L = k \left( \frac{vI^2}{2g} \right)$$

dimana  $v_1$  adalah besarnya kecepatan rata-rata fluida pada sisi diameter kecil, nilai cone angle 7% akan menghasilkan minor losses yang minimum.



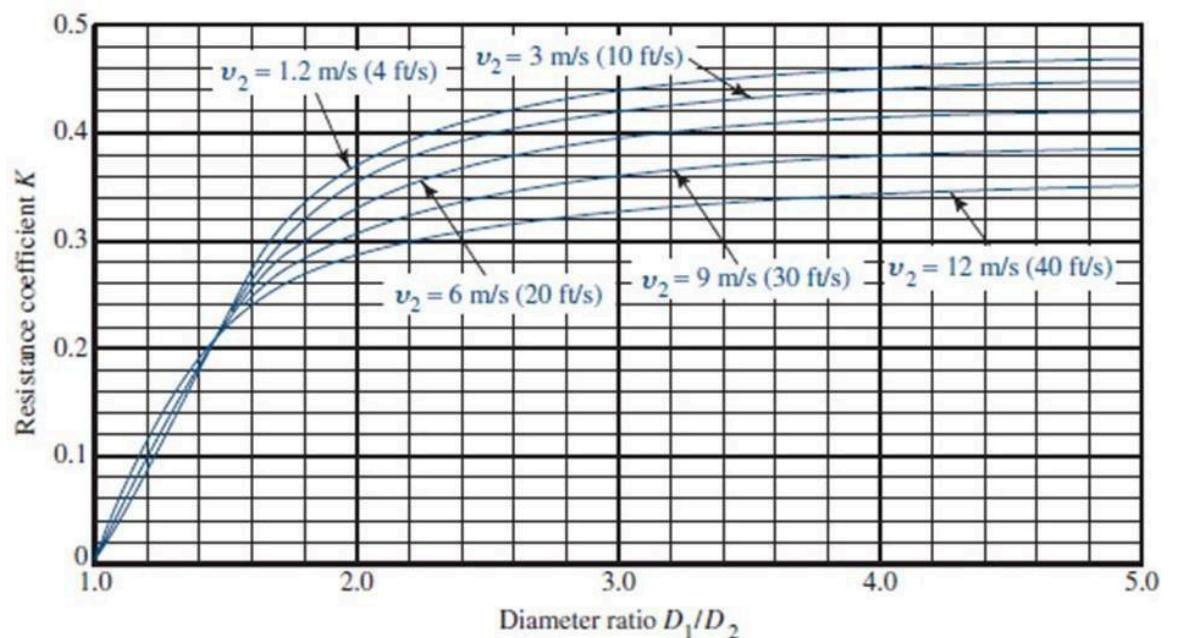
### 4) Sudden contraction



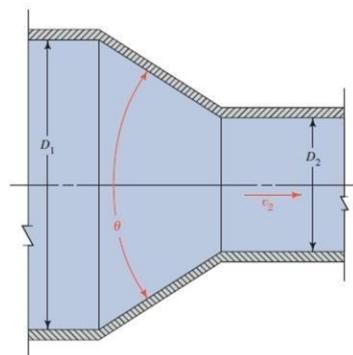
Besarnya minor losses dapat dihitung dari rumus:

$$h_L = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

dimana  $v_2$  adalah besarnya kecepatan rata-rata fluida pada sisi diameter kecil



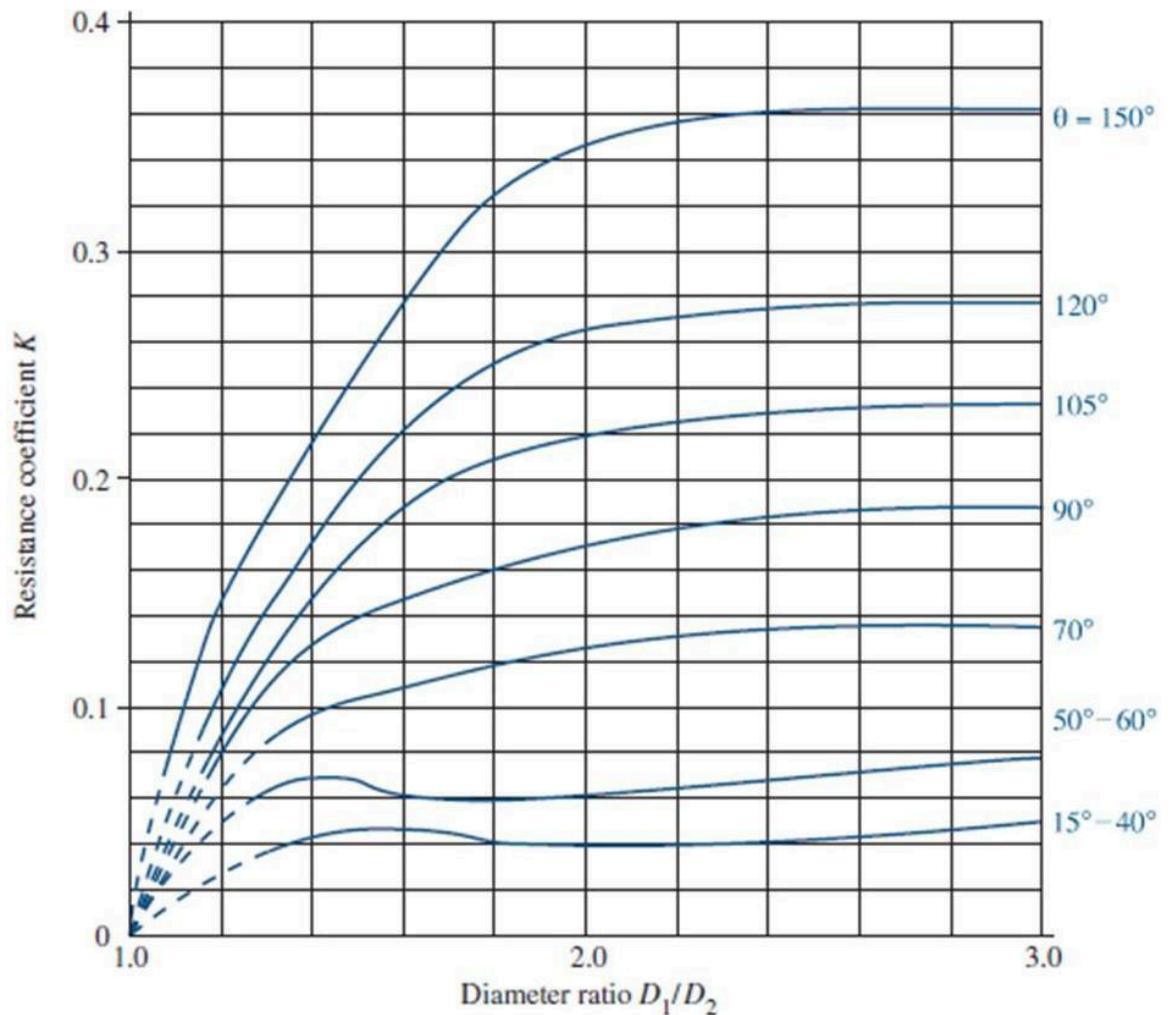
##### 5) Gradual contraction



Besarnya minor losses dapat dihitung dari rumus:

$$h_L = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

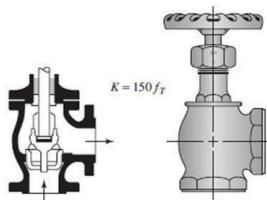
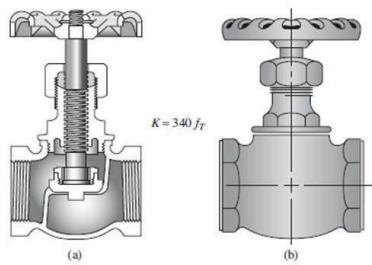
dimana  $v^2$  adalah besarnya kecepatan rata-rata fluida pada sisi diameter kecil.



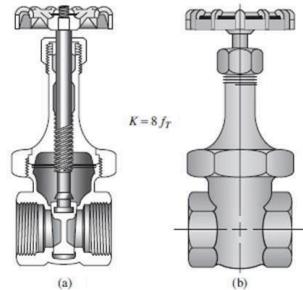
## 6) Valve & Fitting

Beberapa perbedaan dari valve yang ada di pasaran, diakibatkan oleh proses manufacturing untuk beberapa kebutuhan yang berbeda. Valve digunakan untuk mengatur besarnya aliran. Macam-macam valve, seperti: globe valves, angle valves, gate valves, butterfly valves, beberapa tipe check valves, dan lain sebagainya.

**FIGURE 10.15** Globe valve.  
(Reprinted with permission from "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, Technical Paper 410" 2009. Crane Co. All Rights Reserved)



**FIGURE 10.16** Angle valve. (Reprinted with permission from "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, Technical Paper 410" 2009. Crane Co. All Rights Reserved)



**FIGURE 10.17** Gate valve. (Reprinted with permission from "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, Technical Paper 410" 2009. Crane Co. All Rights Reserved)

Besarnya nilai  $K$  dihitung dari rumus:

$$K = \left( \frac{L}{D} \right)^{fT}$$

Secara umum hubungan antara minor losses fitting perpipaan adalah sama:

$$h_L = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

Adapun besarnya  $\left( \frac{L}{D} \right)$  dan friction factor,  $fT$  dapat diperoleh pada tabel berikut

**TABLE 10.5** Friction factor in zone of complete turbulence for new, clean, commercial Schedule 40 steel pipe

Nominal Pipe Size			Nominal Pipe Size		
U.S. (in)	Metric (mm)	Friction factor, $f_T$	U.S. (in)	Metric (mm)	Friction factor, $f_T$
½	DN 15	0.026	3, 3½	DN 80, DN 90	0.017
¾	DN 20	0.024	4	DN 100	0.016
1	DN 25	0.022	5, 6	DN 125, DN 150	0.015
1¼	DN 32	0.021	8	DN 200	0.014
1½	DN 40	0.020	10–14	DN 250 to DN 350	0.013
2	DN 50	0.019	16–22	DN 400 to DN 550	0.012
2½	DN 65	0.018	24–36	DN 600 to DN 900	0.011

## 7) Elbow

Pipa elbow memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kinerja dan efisiensi sistem perpipaan. fungsi utama pipa elbow dalam sistem perpipaan yaitu mengubah Arah Aliran Fluida dengan Efisien, Mengurangi Tekanan Aliran, Menyebarluaskan Tekanan Aliran Secara Merata

**TABLE 10.4 Resistance in valves and fittings expressed as equivalent length in pipe diameters,  $L_e/D$**

Type	Equivalent Length in Pipe Diameters $L_e/D$
Globe valve—fully open	340
Angle valve—fully open	150
Gate valve—fully open	8
— $\frac{3}{4}$ open	35
— $\frac{1}{2}$ open	160
— $\frac{1}{4}$ open	900
Check valve—swing type	100
Check valve—ball type	150
Butterfly valve—fully open, 2–8 in	45
—10–14 in	35
—16–24 in	25
Foot valve—poppet disc type	420
Foot valve—hinged disc type	75
90° standard elbow	30
90° long radius elbow	20
90° street elbow	50
45° standard elbow	16
45° street elbow	26
Close return bend	50
Standard tee—with flow through run	20
—with flow through branch	60

(Reprinted with permission from "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe, Technical Paper 410" 2011. Crane Co. All Rights Reserved.)

8) Tee

Sesuai namanya "T", jenis fitting ini berbentuk layaknya huruf T yang memiliki tiga cabang. Fluida yang awalnya dari pipa lurus, kemudian dibelokkan ke kiri atau kanan. Selain T, ada pula bentuk Y atau juga disebut Y Branch

9) 4way

Katup empat arah atau katup empat arah adalah katup pengatur fluida yang badannya mempunyai empat lubang yang berjarak sama mengelilingi ruang katup dan sumbatnya mempunyai dua saluran untuk menghubungkan lubang yang berdekatan. Stekernya mungkin berbentuk silinder atau meruncing, atau berbentuk bola.

Maka,

$$h_L = \frac{\Delta p}{\gamma} \quad \dots \dots \dots \quad (3.2)$$

Dimana,

$$\gamma = \rho g \quad \text{.....(3.3)}$$

Sehingga nilai *head losses* dari simulator *head losses*, yaitu:

$$h_L = \frac{2143,446 \text{ Pa}}{997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

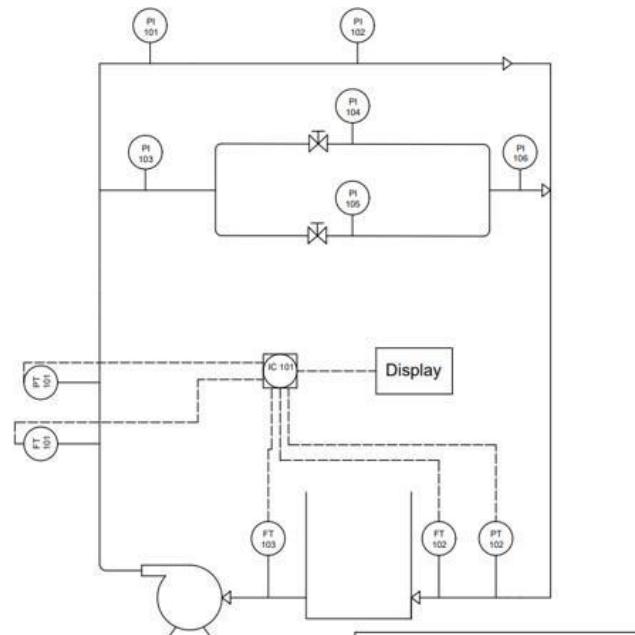
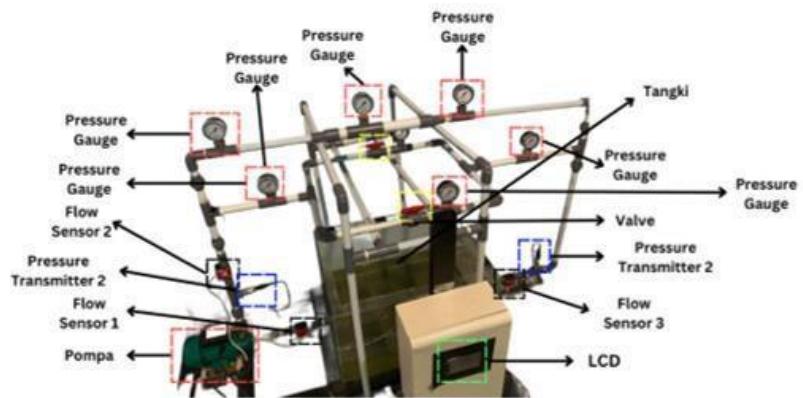
$$h_L = 0,219 \text{ m}$$

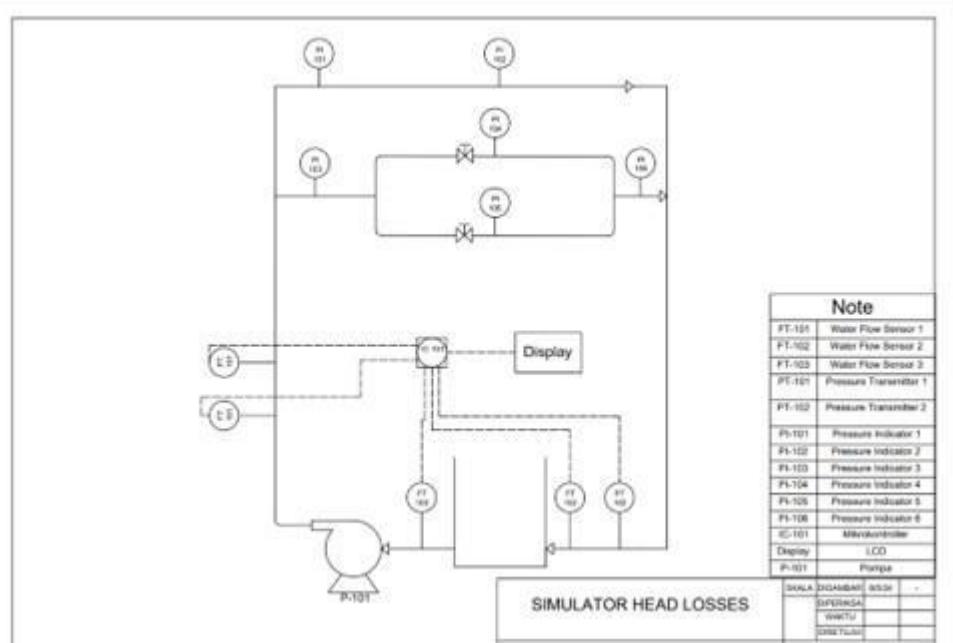
$$h_L = 0,219 \text{ m}$$

Nilai kerugian aliran pada simulator *head losses* adalah 0,219 meter.

## **PROSEDUR PRAKTIKUM**

## P1 Analisis Head Losses Pada Sistem Perpipaan





## A. TAHAP PERSIAPAN

1. Modul Praktikum
2. Kertas,bolpoin,dan pensil untuk mencatat data
3. Personal Protective Equipment (PPE)/sandal lab

## B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Siapkan kertas,bolpoin,dan pensil untuk mencatat data dalam tabel.
2. Hubungkan steaker pada panel box ke sumber listrik
3. Nyalakan Pemutus Sirkuit Mini (MCB).
4. Hidupkan Sakelar Daya Pompa.
5. Sesuaikan laju aliran air dengan mengonfigurasi dimmer
6. Mengatur kondisi bukaan pada dua valve dengan kondisi sebagai berikut:
  - a. Ketika kondisi kedua valve terbuka

Debit	Pressure Inlet	Pressure Outlet	$\Delta P$	hL

b. Ketika kondisi valve 1 terbuka

Debit	Pressure Inlet	Pressure Outlet	$\Delta P$	hL

c. Ketika Kondisi Valve 2 Terbuka dan Valve 1 Tertutup

Debit	Pressure Inlet	Pressure Outlet	$\Delta P$	hL

d. Ketika Kondisi kedua valve Tertutup

Debit	Pressure Inlet	Pressure Outlet	$\Delta P$	hL

7. Ulangi Amati pembacaan laju aliran pada Flow Sensor 1 melalui GUI.

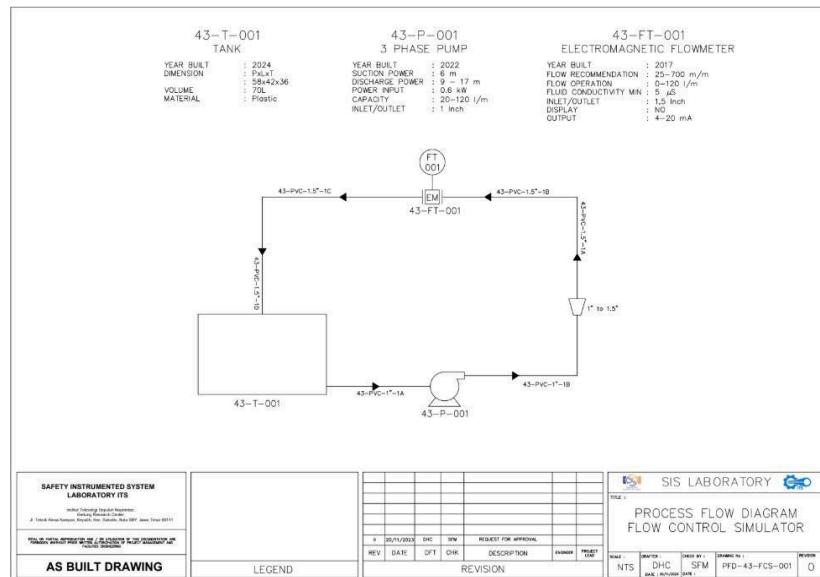
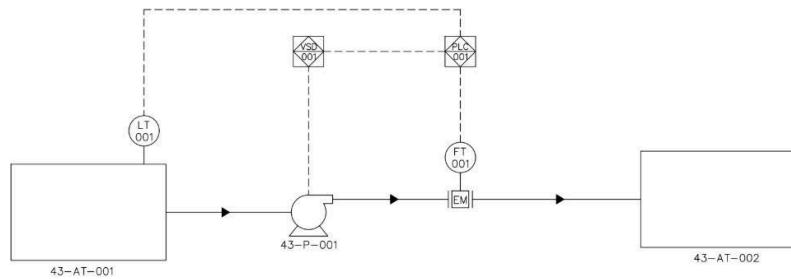
8. Pantau perbedaan tekanan yang ditampilkan dipada GUI menggunakan Pemancar Tekanan 1 dan 2.
9. Hitung kehilangan head menggunakan persamaan Head Losses
10. Catat head losses yang telah dihitung.
11. Setelah menyelesaikan pengukuran, matikan simulator dengan mematikan Sakelar Daya Pompa, Sakelar Daya Pengontrol, dan MCB

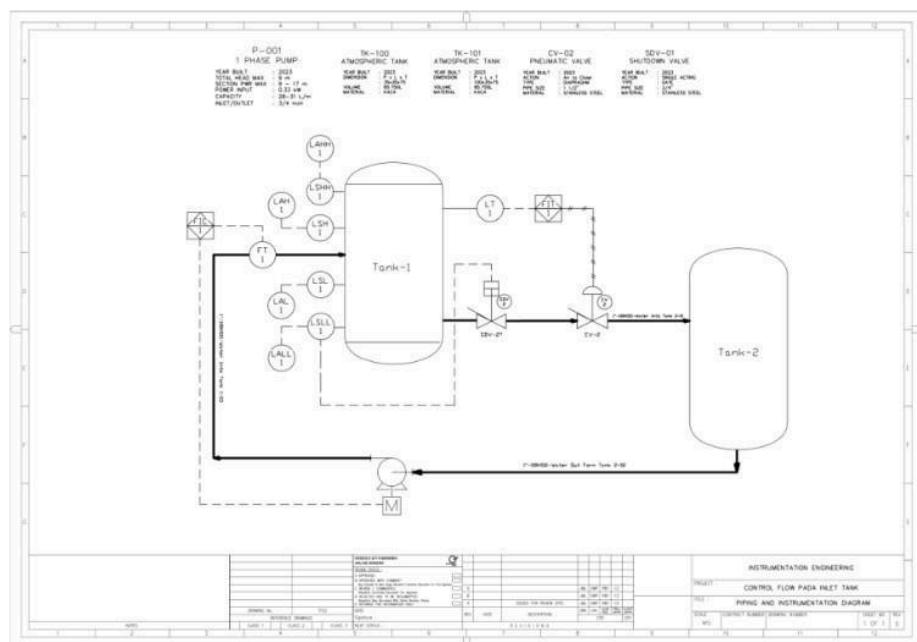
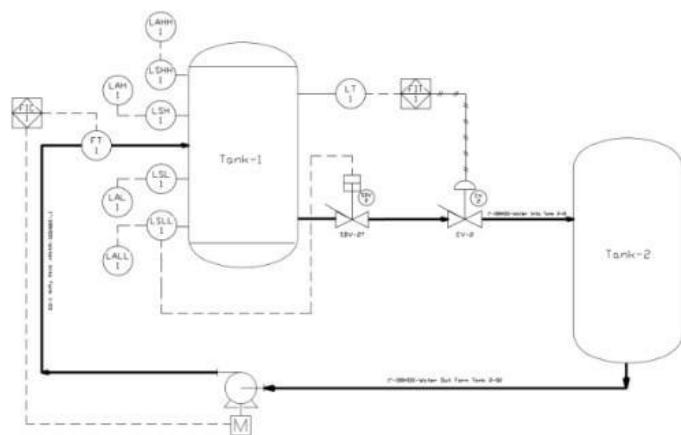
### C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Amati pembacaan pada GUI pada setiap variasi bukaan valve kemudian buatkan grafik perbandingannya menggunakan softwafre origin
2. Jelaskan pada bab pembahasan laporan dari setiap data hasil percobaan
3. Lampirkan foto hasil percobaan pada setiap variasi bukaan valve pada lampiran laporan praktikum
4. Kumpulkan laporan hasil laporan praktikum H+5 setelah pelaksanaan praktikum

### P2 Minor Losses pada sistem Perpipaan







## A. TAHAP PERSIAPAN

1. Alat
  - Modul Praktikum
  - Kertas,bolpoin,dan pensil untuk mencatat data
  - Personal Protective Equipment (PPE)/sandal lab
2. Langkah - langkah
  - 1) Siapkan kertas,bolpoin,dan pensil untuk mencatat data dalam tabel.
  - 2) Amati 2 Plant Berikut ini dan pilih salah satu untuk di analisa (untuk pemilihan akan diatur oleh asprak masing-masing).

Plant A



Plant B



- 3) Jalankan plant sesuai dengan prosedur, untuk prosedur mengoperasikannya akan dipandu langsung oleh asprak masing-masing.
- 4) Setelah itu analisa dan catat hasil analisa pada tabel.
- 5) selanjutnya analisa dan catat faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan minor losses pada plat tersebut.

## B. TAHAP PRAKTIKUM

- 1) Identifikasi semua komponen dalam sistem plant yang berpotensi menyebabkan minor losses, seperti pipa, valve, sambungan, klep, elbow, dan sebagainya !. \*Identifikasi minimal terdiri dari spec, merk dan spec fisis (head total, flow max, power)
- 2) Isilah pada tabel berikut ini

Tabel Fitting

	JENIS	UKURAN INLET	UKURAN OUTLET	K	hL	Ket.
Total						

Tabel Valve and Elbow

NO	JENIS	UKURAN	K	Le/D	hL	Ket.
Total						

- 3) Tentukan jenis-jenis minor losses yang terjadi pada setiap komponen. Misalnya, pada pipa, minor losses terjadi akibat gesekan antara dinding pipa dan fluida yang mengalir, atau akibat perubahan arah aliran pada elbow !
- 4) Hitunglah total minor losses total pada plant tersebut !
- 5) Hitunglah kecepatan aliran (m/s) pada plant tersebut ! (digunakan  $P_1=P_2=0$ )

No	Frekuensi VSD	Flow Sensor (v2)	Flow Pump (v1) $v_1=Q/A$	Ha

- 6) Jelaskan faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan minor losses pada plat tersebut !

## **LAMPIRAN**

### **Lampiran 1. Safety Induction**

#### **A. Identifikasi bahaya dan pengendalian resiko**

##### **a. Bahaya Umum**

- Listrik tegangan tinggi
- Peralatan berputar dan bergerak

##### **b. Pengendalian Risiko**

- Gunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai.
- Pastikan perangkat listrik dalam kondisi baik sebelum digunakan.
- Jangan menyentuh peralatan yang sedang beroperasi tanpa izin.
- Pastikan ventilasi dan lingkungan kerja dalam kondisi aman.

#### **B. Prosedur Keadaan Darurat**

##### **1. Kebakaran:**

- Segera tekan tombol alarm kebakaran.
- Gunakan APAR sesuai jenis api (ABC untuk umum, CO2 untuk listrik).
- Evakuasi melalui jalur darurat dan berkumpul di titik aman.

##### **2. Kecelakaan atau Cedera:**

- Beri pertolongan pertama jika memungkinkan.
- Hubungi petugas medis atau ambulans jika diperlukan.
- Laporkan kejadian kepada supervisor.

##### **3. Gangguan atau Kerusakan Peralatan:**

- Hentikan penggunaan perangkat yang mengalami gangguan.
- Laporkan kepada teknisi laboratorium.
- Jangan mencoba memperbaiki sendiri tanpa izin dari supervisor

### **Penggunaan Peralatan Laboratorium**

- Baca instruksi penggunaan sebelum mengoperasikan peralatan
- Pastikan semua koneksi listrik dan sensor telah terpasang dengan benar.
- Jangan meninggalkan peralatan dalam kondisi menyala tanpa pengawasan.
- Setelah digunakan, matikan peralatan sesuai prosedur.

## Lampiran 2. Precaution

# PRECAUTIONS!

**Always follow these standard precautions**

 Make sure your hands are dry when touching electrical devices to prevent shock.	 Do not operate the plant without training and permission from the practical assistant.	 Do not touch cables or electrical panels without the lab assistant's permission.
 Do not bring food and drinks when operating the plant.	 Be careful because the object is flammable	 Make sure to wear safety shoes before starting the practicum

**STAY SAFE, ZERO ACCIDENT!!**

### Lampiran 3. JSA (job safety analysis)

ANALYSIS				
NAMA PROYEK		DIREVIEW		
TERJAAN	LOKASI PEKERJAAN	PENGAWAS PEKERJAAN	DISETUJUJU	
(luaran Operation)	Pompa Area			
-	3. Kacamata Safety 4. Sarung Tangan Safety 5. Masker 3PLY	6. Earplug/gamuff	SAFETY EQUIPMENT :	
angkah Pokok Pekerjaan	Bahaya-Bahaya Potensial	Resiko Hazard Risk	Tindakan atau Prosedur yang Direkomendasikan	Penanggung Jawab
<b>Basic Job Steps</b>	<b>Potential Hazard</b>		<b>Recommended Action or Procedure</b>	<b>Person In Charge</b>
3 panel power - Pasokan untuk alat saat menyala	- Sengatan listrik - Kesalahan aktivasi MCB	- Cedera serius akibat listrik - Kerosakan peralatan	- Gunakan sarung tangan isolasi listrik. - Pastikan tangan kering sebelum menyentuh MCB. - Pastikan tidak ada listrik sebelum melanjutkan.	
a setiap komponen untuk len-komponen tersebut sudah kesatuan koneksi listrik	- Indikator lampu tidak menyala -	- Sistem tidak berfungsi dengan baik - Potensi kerusakan sistem	- Jika ada indikator mati, periksa koneksi dan tegangan listrik sebelum melanjutkan.	
kan Ladder diagram	- Gangguan daya listrik - Kesalahan perangkat lunak	- Komputer tidak menyala - Kegagalan dalam pemrograman	- Pastikan daya listrik stabil. - Gunakan UPS jika diperlukan.	
n Ladder diagram pada iline expert setelah melakukan studi dan melakukan compile	- Kesalahan dalam pemrograman - Komputer crash saat compile	- Sistem tidak bekerja sesuai desain - Kesalahan dalam kontrol pompa	- Periksa kembali logika program sebelum compile. - Simpan file secara berkala untuk menghindari kehilangan data.	
tuk running plant level water untuk mengontrol koopstam	- Kesalahan operasi tombol - Sistem tidak merespons	- Plant tidak berjalan - Komponen tidak bekerja optimal	- Pastikan semua parameter sudah sesuai sebelum menerak PB Start.	
lakukan alat dengan ketepat	- Salah pengaturan VFD - Perubahan merespons	- Pompa tidak berjalan dengan baik - Potensi	- Pastikan semua parameter sudah sesuai sebelum	
kitum selesai dilakukan	- Lonjakan arus saat re-set - Kesalahan dalam prosedur pemadaman	- Kerusakan VFD - Risiko sengatan listrik	- Pastikan prosedur re-set dilakukan dengan benar. - Tunggu beberapa detik sebelum menyalakan kembali.	
- Ketelitian dalam pengcekan akhir	- Potensi masalah yang tidak terdeteksi -	- Lakukan penggecekan ulang sebelum menyatakan		

## Lampiran 4. Permit to work

	<b>PERMIT TO WORK</b> <i>SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM LABORATORY</i>	
Doc: P2	Rev: 00	Date: 12/12/2025

Pemohon	Nama_NRP		
Lokasi	Laboratorium		
Deskripsi Pekerjaan	Judul Praktikum		
Masa Berlaku Izin Kerja	Tanggal: hh - bb - tt	Mulai: 00.00 WIB	Selesai: 00.00 WIB
Alat dan Bahan	1. 2. 3.	4. 5. 6.	7. 8. 9.

Checklist terkait perizinan dan keselamatan kerja	YES	NO
Apakah pelaksanaan pekerjaan ini telah disetujui oleh Dosen Pengampu Mata Kuliah?		
Apakah pelaksanaan pekerjaan ini telah disetujui oleh Kepala Laboratorium?		
Apakah telah disusun JSA ( <i>Job Safety Analysis</i> )?		
Apakah APD yang sesuai telah dipersiapkan?		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety Helmet</li> <li>• Safety Glasses</li> <li>• Safety Gloves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety Shoes</li> <li>• Mask</li> <li>• Earmuff</li> </ul>	• Lainnya, sebutkan:
Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah terbakar?		
Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah meledak?		
Apakah APAR telah tersedia?		
Apakah peralatan P3K telah tersedia?		
Apakah prosedur keadaan darurat telah dipahami?		
Apakah semua peralatan/perlengkapan telah diperiksa?		

*Saya telah memahami dan berkomitmen tentang pekerjaan yang akan saya kerjakan, dan akan melaksanakan pekerjaan sesuai prosedur dengan memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.*

Catatan:	Diajukan oleh	Disetujui oleh
	<b>Nama Pemohon</b>	<b>Nama Laboran</b>

**Note:**

- Izin ini **harus disetujui** sebelum melakukan pekerjaan di laboratorium.
- Setiap pelanggaran terhadap SOP laboratorium dapat menyebabkan izin kerja dicabut.
- Jika terjadi insiden, segera laporkan kepada petugas laboratorium.

Untuk PTW dan JSA, bisa diakses pada link <https://its.id/m/PTWJSALABSIS>