

# MODUL PRAKTIKUM

**PERPINDAHAN PANAS**  
**VI231421**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
Aturan Kerja Laboratorium SIS.....	6
Aturan Keamanan Laboratorium SIS.....	6
Panduan Berkegiatan di Laboratorium.....	7
Sanksi Pelanggaran Aturan.....	8
Denah Laboratorium Safety Instrumented System.....	8
Denah Lab Komputer.....	9
<b>TEKNIS PRAKTIKUM.....</b>	<b>10</b>
Prosedur Penggunaan.....	10
Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan.....	10
Prosedur Penanganan Kondisi Darurat.....	19
Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen.....	19
<b>PROSEDUR KEDATANGAN.....</b>	<b>20</b>
Kebutuhan Saat di LAB SIS.....	20
Prosedur Kedatangan di LAB SIS.....	20
<b>PROSEDUR PRAKTIKUM.....</b>	<b>22</b>
P1 Analisis Perpindahan Panas pada Plant Simulator Heat Exchanger.....	22
P2 Konduktivitas Termal Material.....	24
P3 Heat Exchanger Shell and Helical Tube.....	32
P4 Analisis Simulasi Perpindahan Panas Melalui Pipa.....	42
<b>Lampiran: Safety Induction.....</b>	<b>56</b>
<b>Lampiran: Precaution.....</b>	<b>57</b>
<b>Lampiran: Permit to Work.....</b>	<b>58</b>
<b>Lampiran: Job Safety Analysis.....</b>	<b>59</b>

## PENDAHULUAN

Perpindahan panas adalah proses berpindahnya energi panas dari suatu benda ke benda lain akibat perbedaan suhu, di mana energi panas selalu mengalir dari benda yang memiliki temperatur lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Terdapat tiga jenis utama perpindahan panas, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Kondensasi adalah proses perubahan fase dari uap menjadi cairan ketika uap didinginkan hingga mencapai titik jenuhnya. Dalam sistem pipa, kondensasi sering terjadi di dalam kondensor, di mana uap panas mengalir melalui pipa dan didinginkan oleh media pendingin seperti air atau udara di sekitar pipa. Proses ini sangat penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti sistem pendinginan, distilasi, dan pembangkit tenaga uap. Prinsip kondensasi melibatkan pertukaran panas, di mana uap panas kehilangan panas latent saat bersentuhan dengan permukaan dingin pipa. Cairan kondensat kemudian terbentuk pada permukaan pipa, yang dapat mengalir turun akibat gravitasi atau didorong oleh aliran gas. Efisiensi kondensasi dipengaruhi oleh kecepatan aliran, suhu uap, suhu media pendingin, dan desain pipa. Heat Exchanger adalah perangkat yang digunakan untuk mentransfer panas antara dua atau lebih fluida. Ketika digunakan sebagai kondensor, heat exchanger mentransfer panas dari uap ke fluida pendingin, menyebabkan uap mengembun menjadi cairan. Terdapat beberapa tipe heat exchanger, termasuk shell and tube, double pipe, dan plate. Pada tipe shell and tube, banyak pipa dikelilingi oleh shell, di mana uap mengalir melalui pipa dan pendingin mengalir di luar pipa dalam shell. Pada tipe double pipe, terdiri dari dua pipa konsentris dengan uap mengalir di pipa dalam dan pendingin mengalir di pipa luar. Sementara itu, pada tipe plate, beberapa pelat disusun sehingga fluida mengalir melalui saluran sempit di antara pelat. Ada juga jenis-jenis kondensor, yaitu kondensor permukaan dan kondensor kontak langsung. Pada kondensor permukaan, uap dikondensasikan pada permukaan pipa-pipa yang didinginkan oleh fluida pendingin, tanpa mencampurkan fluida pendingin dan uap karena dipisahkan oleh dinding pipa. Sebaliknya, pada kondensor kontak langsung, uap bersentuhan langsung dengan fluida pendingin, biasanya berupa air dingin, sehingga terjadi kondensasi uap secara langsung. Perhitungan dalam kondensor melibatkan laju perpindahan panas ( $Q$ ), yang dihitung dengan rumus:

$$Q=U \cdot A \cdot \Delta T$$

Dengan  $U$  adalah koefisien perpindahan panas total,  $A$  adalah luas permukaan perpindahan panas, dan  $\Delta T$  adalah perbedaan suhu rata-rata logaritmik antara uap dan fluida pendingin. Heat exchanger dapat beroperasi dengan dua jenis aliran: aliran paralel dan kontra-flow. Dalam heat exchanger paralel, fluida pendingin dan uap mengalir dalam arah yang sama, sementara dalam kontra-flow, keduanya mengalir dalam arah yang berlawanan. Kontra-flow lebih efisien karena perbedaan suhu antara dua fluida tetap lebih besar sepanjang heat exchanger. Efisiensi kondensasi bergantung pada perbedaan suhu antara uap dan fluida pendingin, luas permukaan kontak, dan karakteristik aliran fluida. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja heat exchanger meliputi koefisien transfer panas, yang dipengaruhi oleh sifat termal material, desain heat exchanger, dan kondisi operasi. Laju aliran fluida uap dan pendingin juga menentukan laju perpindahan panas. Selain itu, perbedaan suhu antara uap dan fluida pendingin merupakan pendorong utama perpindahan panas dalam sistem ini. Salah satu jenis heat exchanger yang paling banyak digunakan

adalah shell and tube, di mana fluida panas dan dingin mengalir dalam konfigurasi tabung dan selubung. Dalam penerapannya, penting untuk menganalisis dan menghitung perpindahan panas dari awal hingga akhir, seperti mengetahui temperatur input dan output pada sisi shell dan tube, agar efisiensi perpindahan panas dapat dievaluasi. Untuk membantu memahami fenomena perpindahan panas yang terjadi, mahasiswa teknik dapat menggunakan software simulasi seperti Ansys yang memungkinkan visualisasi dan analisis distribusi panas secara detail dalam suatu sistem.

Konduktivitas termal adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas. Dalam istilah sederhana, itu adalah kemampuan bahan untuk mentransfer energi panas dari satu titik ke titik lainnya melalui perpindahan molekul. Semakin tinggi konduktivitas termal suatu bahan, semakin baik bahan tersebut dalam menghantarkan panas.

Beberapa karakteristik penting dari konduktivitas termal adalah sebagai berikut:

1. Konduktivitas Termal Spesifik: Setiap bahan memiliki konduktivitas termal yang berbeda-beda. Konduktivitas termal spesifik adalah ukuran sejauh mana suatu bahan dapat menghantarkan panas dibandingkan dengan bahan lainnya. Misalnya, logam seperti tembaga memiliki konduktivitas termal yang tinggi, sedangkan bahan isolator seperti kayu memiliki konduktivitas termal yang rendah.
2. Pengaruh Suhu: Konduktivitas termal suatu bahan dapat dipengaruhi oleh suhu. Pada umumnya, konduktivitas termal meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Namun, ada beberapa bahan yang memiliki sifat yang berbeda, di mana konduktivitas termalnya menurun dengan meningkatnya suhu.
3. Ketebalan Bahan: Ketebalan bahan juga mempengaruhi konduktivitas termal. Semakin tebal bahan, semakin rendah konduktivitas termalnya. Hal ini karena panas harus melalui lebih banyak molekul dalam bahan yang lebih tebal, yang menghambat perpindahan panas.
4. Kondisi Permukaan: Kondisi permukaan bahan juga dapat mempengaruhi konduktivitas termal. Permukaan yang kasar atau berpori cenderung memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah daripada permukaan yang halus dan rata.

Konduktivitas termal memainkan peran penting dalam pemindahan panas. Beberapa contoh peranannya adalah:

1. Pemanasan. Konduktivitas termal memungkinkan bahan untuk dipanaskan dengan cepat dan merata. Misalnya, ketika memasak menggunakan panci, konduktivitas termal yang tinggi pada logam panci memungkinkan panas untuk merata dan memasak makanan dengan efisien.
2. Isolasi Termal. Di sisi lain, konduktivitas termal yang rendah pada bahan isolator digunakan untuk tujuan isolasi termal. Bahan isolator seperti fiberglass atau bahan isolasi lainnya digunakan untuk mengurangi perpindahan panas dari satu sisi ke sisi lainnya. Contohnya adalah penggunaan bahan isolasi pada bangunan untuk menjaga suhu di dalam ruangan agar tetap stabil dan mengurangi kebocoran panas.

3. Pendinginan. Dalam beberapa kasus, konduktivitas termal juga digunakan untuk tujuan pendinginan. Misalnya, pada sistem pendinginan komputer, pipa tembaga digunakan untuk mengalirkan panas dari komponen yang panas ke radiator yang kemudian mendinginkannya dengan menggunakan udara atau cairan.

Bilangan Reynolds (Reynolds number) adalah bilangan tak berdimensi dalam mekanika fluida yang digunakan untuk memprediksi jenis aliran fluida, apakah laminar atau turbulen.

$$Re = \frac{\rho \times v \times DI}{\mu}$$

Keterangan:

$Re$  = Bilangan Reynold

$\rho$  = Densitas fluida ( $kg/m^3$ )

$v$  = Kecepatan fluida pada sisi tube (m/s)

$DI$  = Diameter dalam tube (m)

$\mu$  = Viskositas dinamis fluida (Pa.s)

Bilangan Reynold digunakan untuk menentukan jenis aliran (turbulen atau laminar). Dalam hal ini, aliran dikategorikan sebagai turbulen jika nilai bilangan reynold ( $Re > 4,000$ )

## **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**

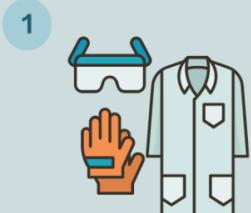
Untuk menjaga keamanan laboratorium, pengguna wajib mematuhi beberapa poin berikut:

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.

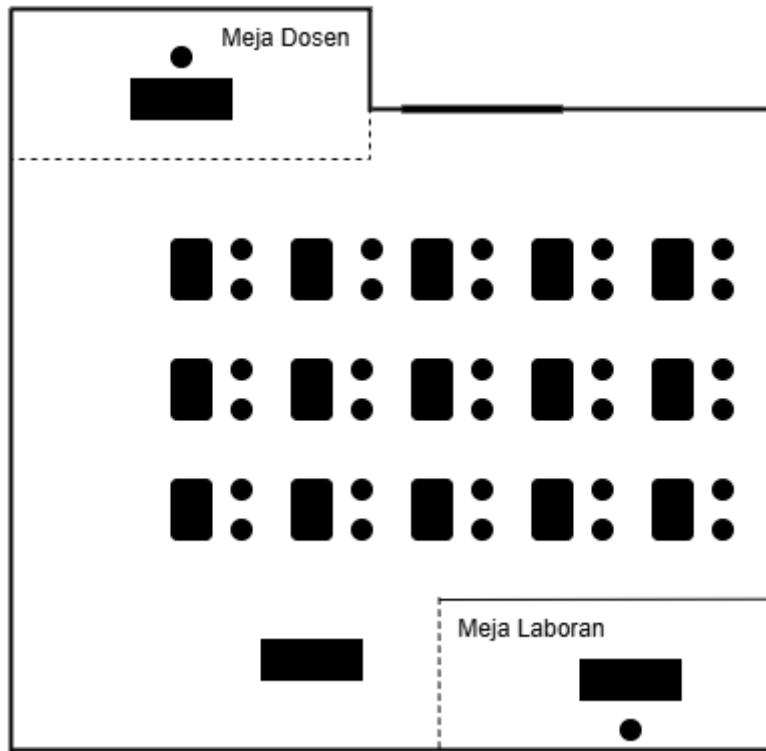
## Denah Laboratorium Safety Instrumented System



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 eksperimentasi (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 di beberapa 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

## Denah Lab Komputer



### Keterangan :

#### 1. Pintu Masuk

Terletak di sisi kanan atas denah. Ini adalah akses utama untuk keluar-masuk lab komputer.

#### 2. Meja Pengajar (Dosen)

Terletak di bagian depan ruangan, menghadap ke kursi mahasiswa. Meja ini dilengkapi komputer atau perangkat kontrol utama.

#### 3. Meja Komputer Mahasiswa

Tersusun rapi dalam beberapa baris memanjang dari depan ke belakang ruangan. Setiap baris terdiri dari beberapa meja komputer, dipakai untuk masing-masing mahasiswa atau kelompok.

#### 4. Meja Laboran

Berada di sisi kiri bawah denah. Meja ini digunakan oleh laboran untuk membantu operasional praktikum, pengawasan perangkat keras, dan troubleshooting.

## **TEKNIS PRAKTIKUM**

### **Prosedur Penggunaan**

#### **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**



- 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. Tachometer



#### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tachometer dalam kondisi baik tanpa kerusakan fisik
2. Periksa apakah sensor atau probe dalam keadaan bersih dan tidak rusak
3. Nyalakan tachometer dan pastikan layar tampilan tidak menunjukkan error atau indikator baterai lemah

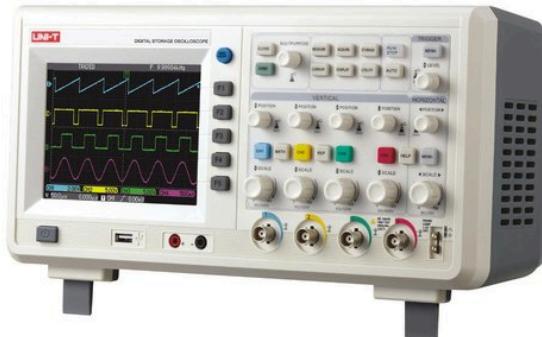
#### B. Tahap Penggunaan

1. Arahkan sinar laser atau sensor optik ke reflektif tape pada poros yang berputar
2. Pastikan sudut sensor tegak lurus dengan poros agar hasil lebih akurat
3. periksa apakah ada indikator kesalahan atau nilai yang tidak masuk akal

#### C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Jika menggunakan tachometer laser, matikan alat sebelum menyimpannya untuk menghemat daya
2. Simpan tachometer di tempat yang kering dan terlindung dari benturan untuk menjaga keakuratannya
3. Jika tachometer menunjukkan hasil yang tidak akurat, lakukan kalibrasi sesuai prosedur pabrikan

## 6. Digital Osiloscope



#### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan osiloskop dalam kondisi baik, tidak ada kerusakan fisik atau layar yang bermasalah
2. Periksa probe dengan menghubungkannya ke terminal kalibrasi pada osiloskop dan pastikan gelombang yang muncul adalah sinyal kotak yang stabil
3. Hubungkan probe ground ke titik ground pada rangkaian yang diukur untuk menghindari gangguan sinyal atau risiko tegangan berlebih

#### B. Tahap Penggunaan

1. Hubungkan probe channel 1 (CH1) ke titik pengukuran sinyal
2. Jika mengukur lebih dari satu sinyal, gunakan channel tambahan (CH2, CH3, dst.) dengan ground yang sama

3. Simpan atau tangkap sinyal menggunakan fitur Save/Export jika perlu didokumentasikan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Hentikan pengukuran sebelum melepaskan probe dari rangkaian
2. Matikan osiloskop setelah selesai digunakan untuk menghemat daya dan memperpanjang umur alat
3. Lepaskan probe dengan hati-hati dan gulung kabel dengan rapi
4. Bersihkan layar dan bodi osiloskop dari debu atau kotoran menggunakan kain lembut

## 7. Signal Generator



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan signal generator disambungkan ke sumber daya listrik
2. Sambungkan probe atau kabel output ke perangkat yang akan diuji
3. Pilih jenis gelombang (sinusoidal, square, triangle, dll)

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan signal generator dengan menekan tombol daya dan tunggu hingga perangkat siap digunakan.
2. Gunakan kontrol atau menu untuk menyesuaikan frekuensi, amplitudo dan jenis sinyal
3. Pastikan sinyall masuk ke perangkat yang diuji
4. Amati respons perangkat terhadap sinyal yang diberikan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan signal generator dengan menekan tombol daya
2. Lepaskan koneksi kabel dengan aman untuk mencegah kerusakan
3. Gulung kabel dengan rapi dan simpan di tempat yang kering dan terlindung dari debu

## 8. Digital Turbine Flow Meter



- A. Tahap Persiapan
  - 1. Pastikan digital turbine flow meter berada dalam kondisi yang baik dan tidak ada kerusakan fisik
  - 2. Pastikan pipa input serta output bersih tanpa adanya sumbatan
- B. Tahap Penggunaan
  - 1. Nyalakan sumber daya dan tunggu hingga indikator siap
  - 2. Pastikan nilai pengukuran tetap dalam rentang yang diharapkan
- C. Tahap Pasca Penggunaan
  - 1. Matikan sumber daya dan pastikan digital turbine flow meter masih berada dalam kondisi yang baik
  - 2. Bersihkan bagian dalam flow meter untuk mencegah endapan kotoran atau kerak yang dapat mengganggu rotasi turbin.

## 9. Pressure Gauge



- A. Tahap Persiapan
  - 1. Pastikan pressure gauge berada dalam kondisi yang baik dan tidak ada kerusakan fisik
  - 2. Jika diperlukan, gunakan sealant atau gasket untuk mencegah kebocoran
- B. Tahap Penggunaan
  - 1. Baca nilai tekanan secara berkala sesuai dengan satuan yang digunakan (misalnya PSI, bar, atau kPa)
  - 2. Pastikan jarum Pressure Gauge analog bergerak dengan lancar tanpa loncatan
  - 3. Periksa display pada Pressure Gauge digital untuk memastikan tidak ada kesalahan pembacaan atau gangguan daya
- C. Tahap Pasca Penggunaan
  - 1. Bersihkan Pressure Gauge dari debu, minyak, atau kotoran yang dapat mengganggu pembacaan
  - 2. Pastikan tidak ada sumbatan pada port tekanan yang dapat menyebabkan pengukuran tidak akurat

- Periksa adanya tanda-tanda keausan atau kerusakan, seperti kebocoran, perubahan warna, atau tampilan layar yang buram

## 10. Digital Multimeter



### A. Tahap Persiapan

- Periksa kondisi fisik alat dan pastikan alat dapat menyala dan dapat menunjukkan nilai dari layar
- Pastikan baterai DMM dalam kondisi baik dan tidak lemah

### B. Tahap Penggunaan

- Sambungkan probe merah ke terminal VΩmA (untuk pengukuran tegangan, resistansi, atau arus kecil) atau ke terminal 10A (untuk pengukuran arus besar)
- Sambungkan probe hitam ke terminal COM (common ground)
- Pastikan koneksi kuat dan tidak longgar
- Lakukan pengukuran tegangan, pengukuran arus, pengukuran resistansi, pengujian kontinuitas, pengujian dioda, dan pengukuran kapasitansi

### C. Tahap Pasca Penggunaan

- Setelah selesai digunakan, putar selector switch ke posisi **OFF** (jika tersedia) untuk menghemat daya baterai
- Gulung kabel probe dengan rapi agar tidak cepat rusak
- Bersihkan bagian layar dan bodi dengan kain lembut agar tetap bersih dan mudah dibaca
- Periksa baterai secara rutin dan gantilah jika lemah atau bocor

## 11. PLC Mitsubishi



- A. Tahap Persiapan
  - 1. Pastikan semua modul tambahan (misalnya, modul ekspansi atau komunikasi) sudah terpasang dengan benar.
  - 2. Periksa koneksi dengan perangkat lain seperti sensor, aktuator, atau HMI (Human Machine Interface).
  - 3. Gunakan software pemrograman Mitsubishi seperti GX Works2 / GX Developer. Pastikan PLC sudah dikonfigurasi sesuai kebutuhan sistem.
  - 4. Pastikan PLC dalam mode RUN jika sudah siap digunakan.
- B. Tahap Penggunaan
  - 1. Pastikan PLC dalam mode RUN jika sudah siap digunakan. Jika perlu pemrograman ulang, ubah ke mode STOP atau PROGRAM.
  - 2. Jika ingin mengunggah program dari PLC ke komputer (upload), pastikan PLC dalam mode yang sesuai. Jika ingin men-download program baru ke PLC, pastikan tidak ada kesalahan pada program.
  - 3. Gunakan fitur monitoring di GX Works2/GX Developer untuk melihat status input, output, dan register. Jika ada kesalahan atau alarm, gunakan diagnostic tools untuk analisis.
- 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. Photosynthesis Active Radiation Meter**

- A. Tahap Persiapan
  - 1. Pastikan sensor PAR dalam kondisi baik, bersih, dan bebas dari debu atau kotoran.
  - 2. Jika menggunakan PAR meter digital, pastikan baterai memiliki daya yang cukup.
  - 3. Hindari penghalang yang dapat mempengaruhi pembacaan cahaya.
- B. Tahap Penggunaan
  - 1. Jika perangkat memiliki layar digital, pastikan tampilan berfungsi dengan baik.
  - 2. Arahkan sensor ke arah sumber cahaya atau letakkan di lokasi target.
  - 3. Pastikan sensor berada dalam posisi stabil untuk mendapatkan pembacaan yang akurat.
- C. Tahap Pasca Penggunaan
  - 1. Jika menggunakan PAR meter digital, matikan untuk menghemat daya baterai.
  - 2. Lap sensor dengan kain lembut jika terkena debu atau kotoran.
  - 3. Simpan di tempat yang kering dan jauh dari paparan sinar matahari langsung saat tidak digunakan.

## **13. Solenoid Valve**



#### A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada body valve, coil, atau port koneksi. Bersihkan bagian luar untuk menghindari debu atau kotoran yang bisa menghambat kerja valve.
2. Pastikan Spesifikasi sesuai
3. Tegangan Coil pastikan solenoid valve sesuai dengan sumber daya yang tersedia (DC 12V, 24V, atau AC 110V, 220V). Tekanan Operasi 0.15 – 0.8 MPa
4. Tipe Cairan atau Gas pastikan fluida yang digunakan kompatibel dengan material valve.
5. Siapkan selang atau pipa dengan ukuran yang sesuai untuk port 1/4 inci.
6. Pastikan aliran udara atau fluida bersih dan bebas dari kotoran yang dapat menyumbat valve.

#### B. Tahap Penggunaan

1. Sambungkan coil solenoid ke sumber daya sesuai spesifikasinya (DC atau AC). Pastikan tidak ada hubungan singkat atau kabel longgar.
2. Berikan sinyal listrik ke solenoid dan perhatikan apakah valve bekerja dengan baik. Pastikan aktuator atau silinder pneumatik menerima tekanan yang sesuai.
3. Cek apakah ada kebocoran udara atau fluida di sekitar koneksi. Jika ada kebocoran, periksa sambungan dan pastikan sudah dikencangkan dengan benar.
4. Amati kinerja solenoid valve selama penggunaan untuk memastikan respons yang cepat dan akurat. Jika ada delay atau valve macet, bersihkan dan cek kembali sistem.

#### C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Lepaskan koneksi listrik untuk menghindari pemanasan coil yang tidak perlu.
2. Jika ada debu atau kotoran, bersihkan dengan udara bertekanan atau lap kering. Periksa apakah ada bagian yang aus atau rusak.
3. Jika valve akan disimpan dalam waktu lama, pastikan tidak ada sisa fluida atau kotoran dalam sistem.
4. Jika valve dilepas, simpan di tempat kering dan hindari kontak langsung dengan kelembapan tinggi. Dokumentasikan kondisi dan pemeliharaan terakhir jika digunakan untuk sistem industri.

## **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 tertutup 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.**

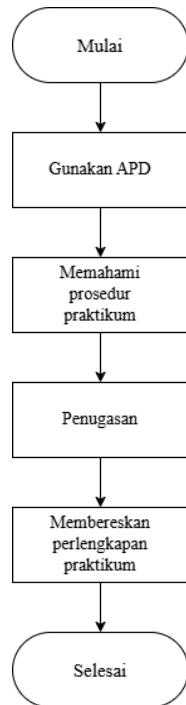
## **PROSEDUR KEDATANGAN**

### **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.

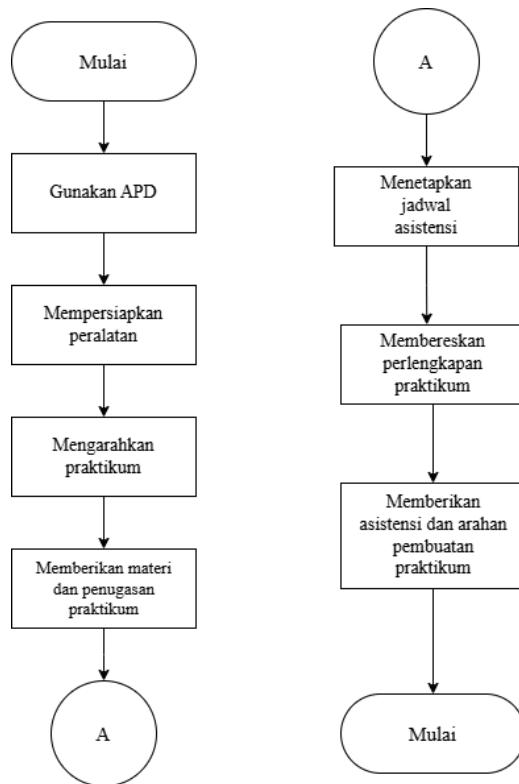
### **Prosedur Kedatangan di LAB SIS**

#### **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.

## PROSEDUR PRAKTIKUM

### P1 Analisis Perpindahan Panas pada Plant Simulator Heat Exchanger



#### TAHAP PERSIAPAN

1. Siapkan alat tulis dan perlengkapan praktikum
2. Pastikan untuk menggunakan PPE sebelum menyambungkan alat ke sumber listrik
3. Sambungkan kabel ke sumber listrik
4. Aktifkan MCB pada simulator heat exchanger
5. Tekan tombol hijau untuk menyalaikan simulator

#### TAHAP PRAKTIKUM

1. Pilih menu set up pada layar HMI
2. Masukkan nilai temperatur input *hot fluid* dengan nilai maksimal adalah 60°C
3. Masukkan nilai flow inlet dengan rentang 1 - 3 l/min
4. Masukkan nilai temperatur output, dengan catatan nilai harus 7°C dibawah nilai temperatur input yang telah dimasukkan
5. Kemudian tekan bagian home lalu memilih menu monitoring
6. Lakukan hal serupa hingga terkumpul 3 variasi data

#### TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Catat data yang diperoleh pada saat praktikum pada tabel di bawah ini

T_in (HF)	T_out (HF)	T_in (CF)	T_out (CF)	Flow Hot (l/min)	Flow Cold (l/min)

2. Hitung laju perpindahan panas untuk masing-masing fluida.
3. Hitung nilai bilangan Reynold dan masukkan nilainya pada tabel

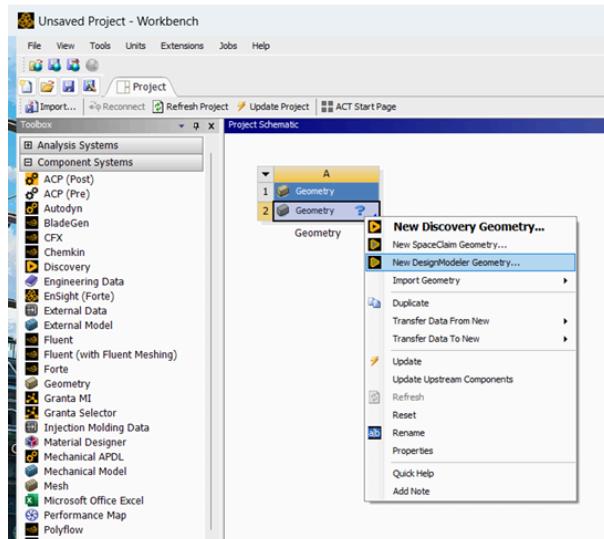
Flow (l/min)	V (m/s)	D (m)	$\mu$ (Pa.s)	Re

4. Buat dua grafik bilangan Reynold terhadap perubahan temperatur masing-masing fluida
5. Bandingkan hasil antara fluida panas dan dingin (idealnya nilai mendekati sama).
6. Lakukan analisis pengaruh perubahan flow rate terhadap laju perpindahan panas.

## P2 Konduktivitas Termal Material

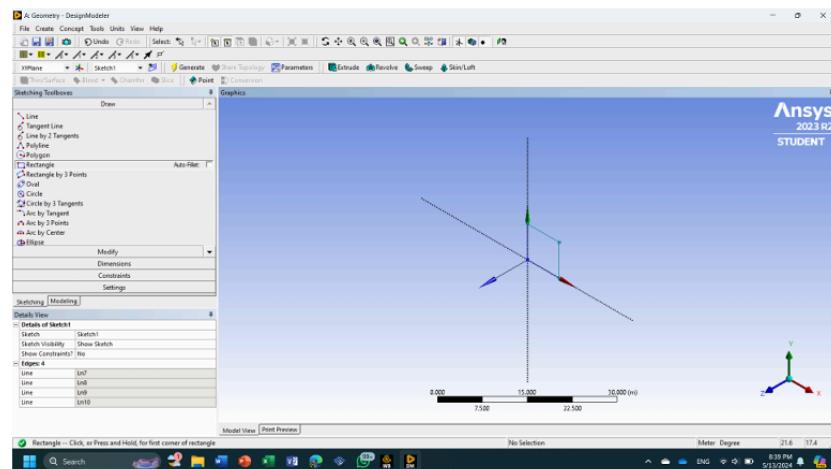
### TAHAP PERSIAPAN

1. Menginstall software Ansys Workbench di laptop/PC masing-masing
2. Buka software Ansys
3. Buka pada bagian design modeler, kemudian taruh geometry ke workbench, setelah itu klik kanan pada geometry untuk membuat new design modeler geometry

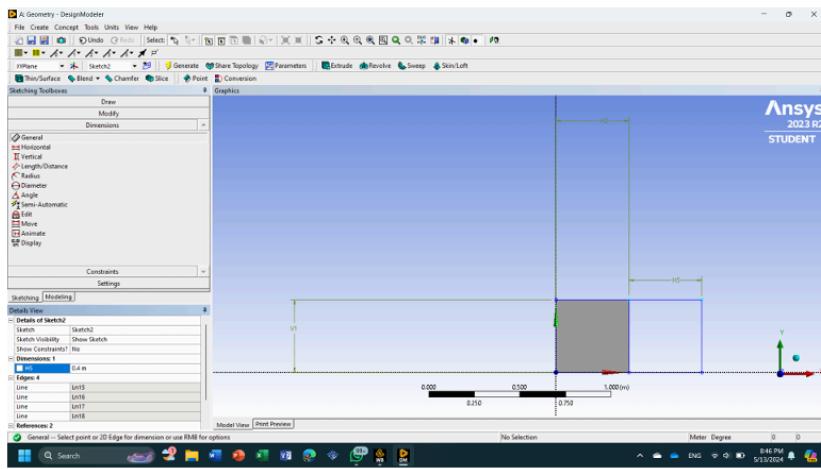


### TAHAP PRAKTIKUM

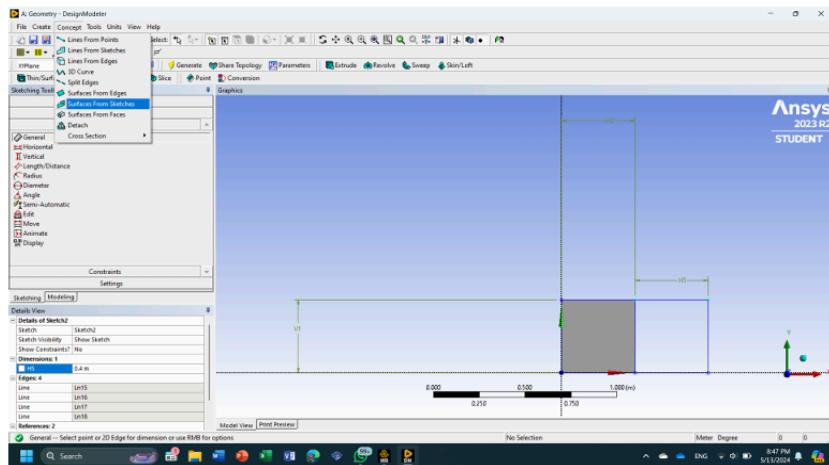
1. Buat kotak dengan ukuran 0,4 m dengan menggunakan XY plane, untuk membuat kotak pilih menu sketching lalu pilih draw kemudian pilih rectangle



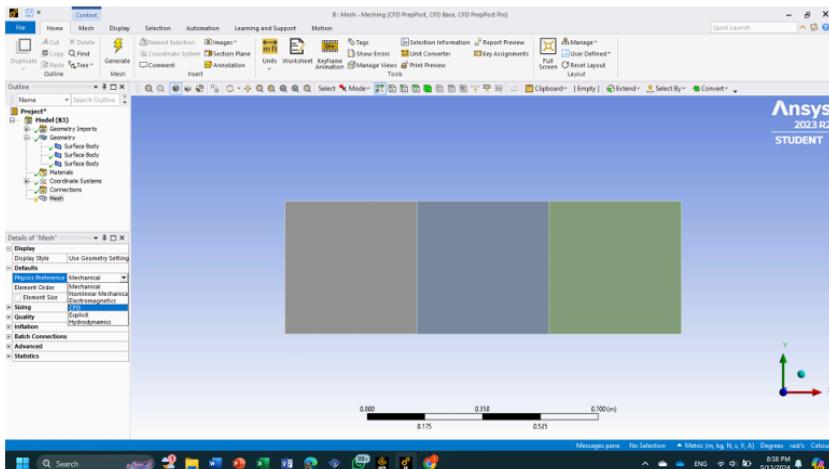
2. Setelah membuat kotak, pilih menu dimensions kemudian pilih general untuk mengubah ukuran dari kotak menjadi 0,4 m



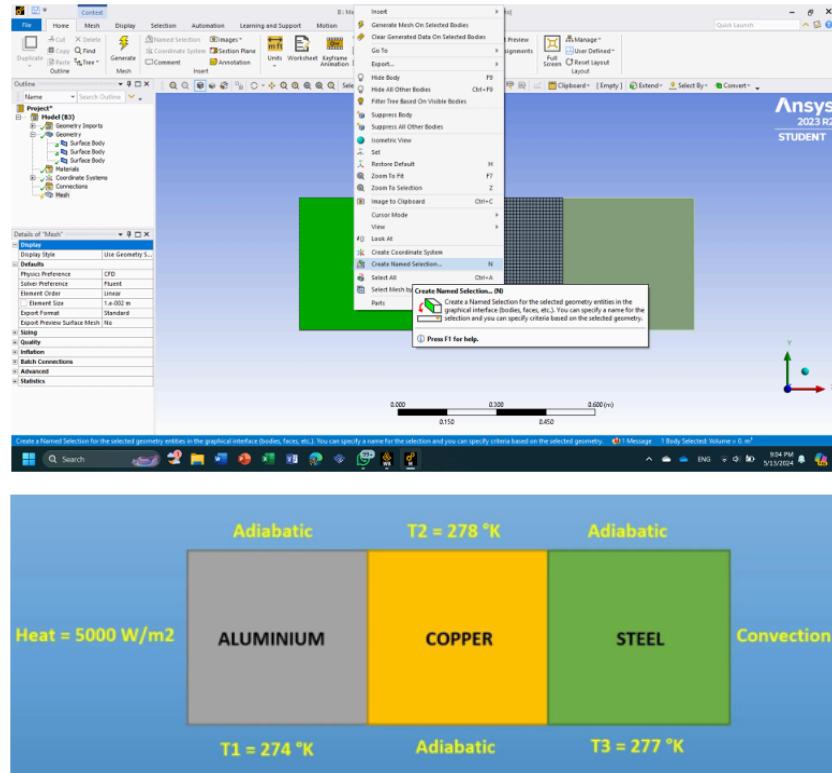
- Langkah selanjutnya klik menu concept kemudian pilih menu surface from sketch, pilih sketch pada XY plane kemudian ubah operation menjadi add freeze pastikan base objects adalah 1 sketch lalu klik generate



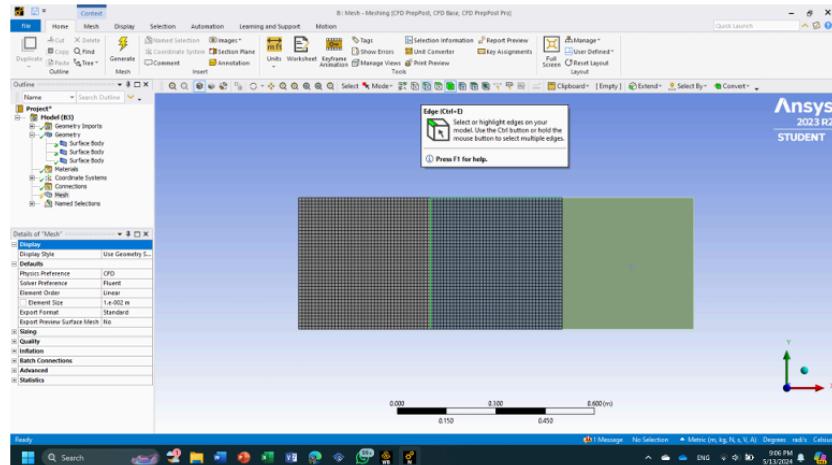
- Ulangi langkah ke 1, 2 dan 3 hingga menjadi 3 kotak
- Setelah membuat 3 kotak tutup designmodeler geometry, kembali ke workbench kemudian drag mesh di workbench kemudian klik kanan pada mesh lalu pilih edit
- Setelah muncul mesh ansys pilih menu mesh kemudian pilih physics preference menjadi CFD, element size menjadi 0,01 m kemudian klik generate mesh



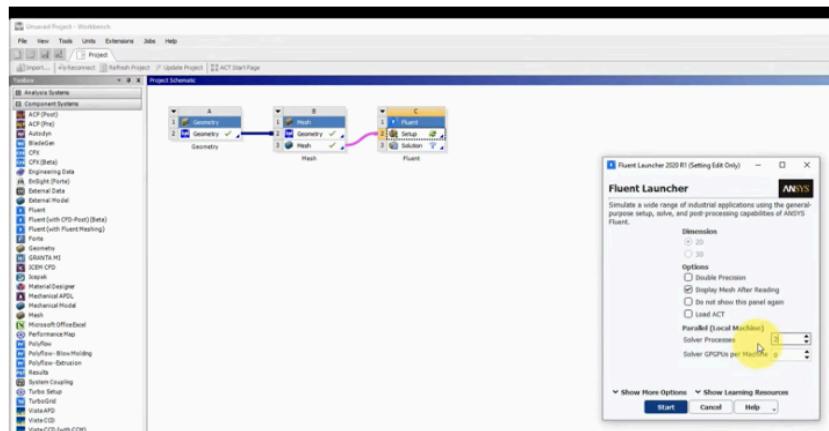
7. Langkah selanjutnya pilih body, kemudian pilih kotak pertama lalu klik kanan pilih create new body named selection, untuk nama kotak dapat diisi sebagai berikut



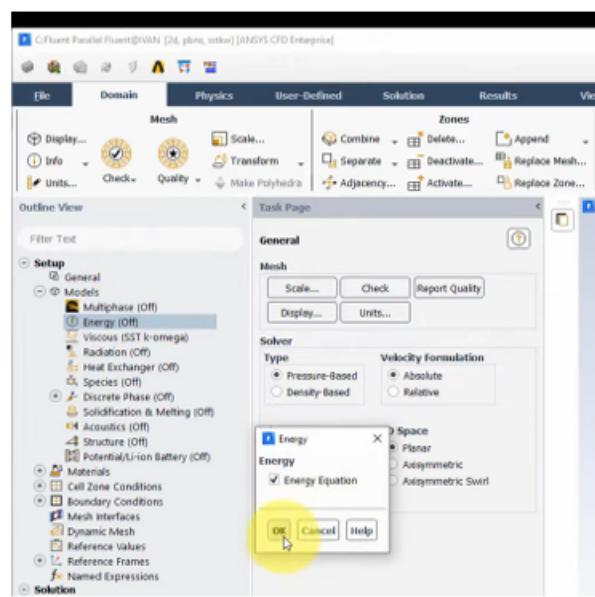
8. pilih edge untuk memberi nama ada ujung setiap balok seperti wall, temperatur, heat, dan adiabatic



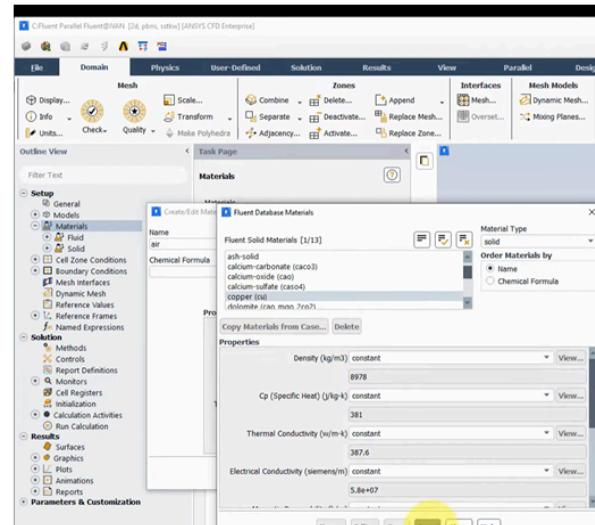
9. jika sudah close mesh lalu tambahkan fluent pada mesh, sebelumnya klik kanan pada mesh lalu update. jika sudah klik kanan pada setup pada bagian fluent lalu edit. ubah solver processes menjadi 2 lalu start



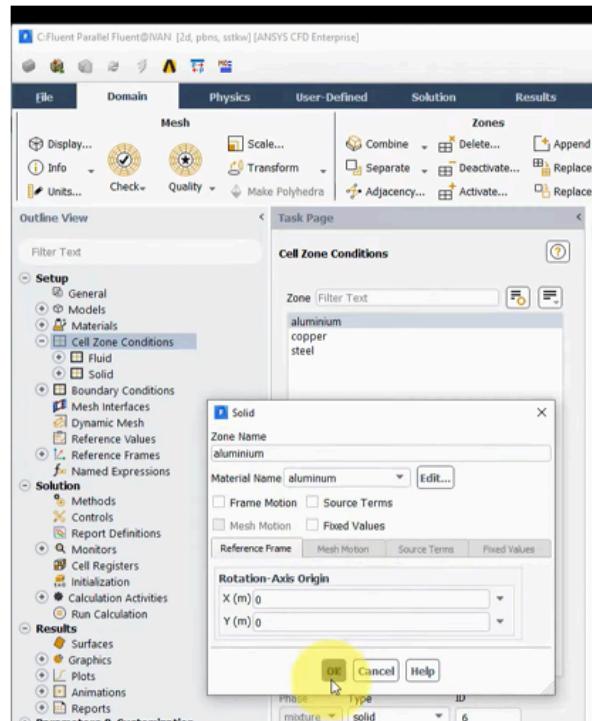
10. jika sudah klik models cari energy, lalu centang pada energy equation klik oke



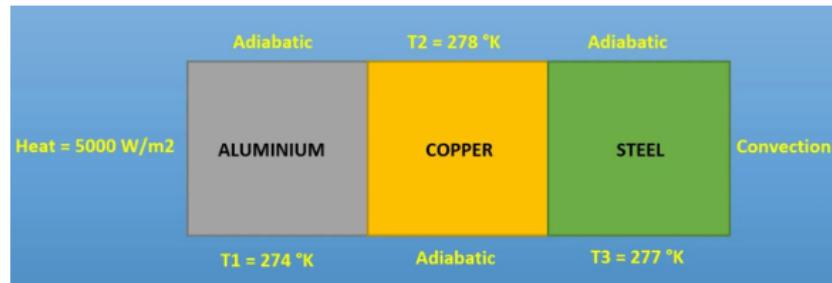
11. lalu klik material, klik create/edit, klik fluent database. untuk material type pilih yang solid, cari copper klik lalu klik copy. cari steel klik lalu klik copy. jika sudah close semua nya



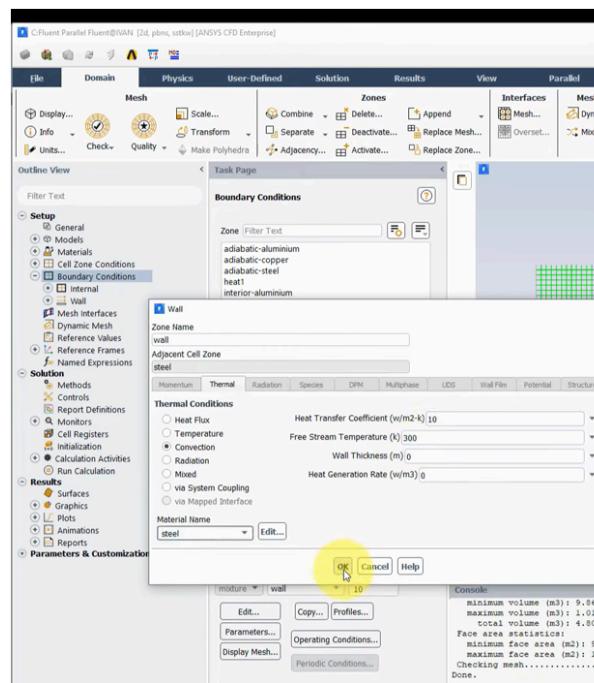
12. lalu klik cell zone conditions, pilih aluminium, untuk type yang dibawah ganti menjadi solid. pada material name ganti menjadi aluminium lalu klik oke. lakukan pada steel dan copper juga



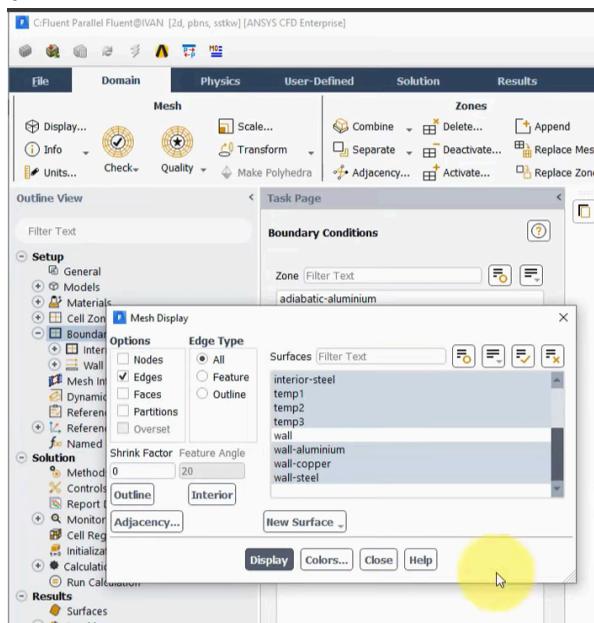
13. jika sudah double klik pada boundary conditions klik heat lalu klik edit, ubah thermal conditions sesuai yang kita edit (bila edit temperatur maka ubah poin menjadi temperatur agar dapat kita masukkan nilainya), ubah heat flux sesuai dengan gambar, ubah material name sesuai material yang kita edit. lakukan hal yang sama pada T1, T2, T3



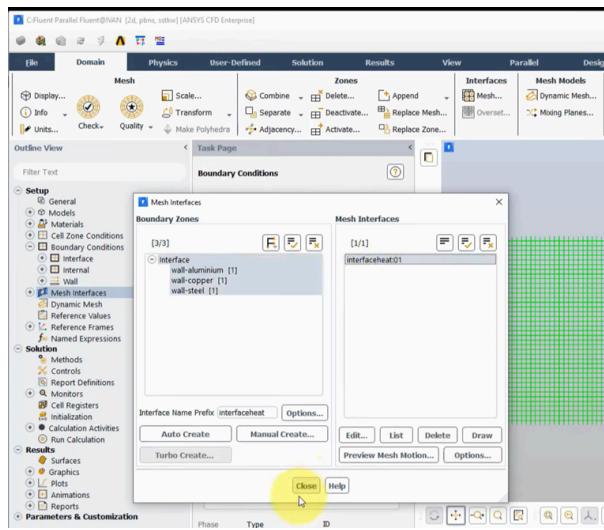
untuk pada convection kanan isi sesuai dengan yang di gambar dibawah



14. untuk memunculkan wall klik display, pilih apa saja yang ingin dimunculkan lalu klik display. setelah itu ubah type menjadi interface untuk semua wall

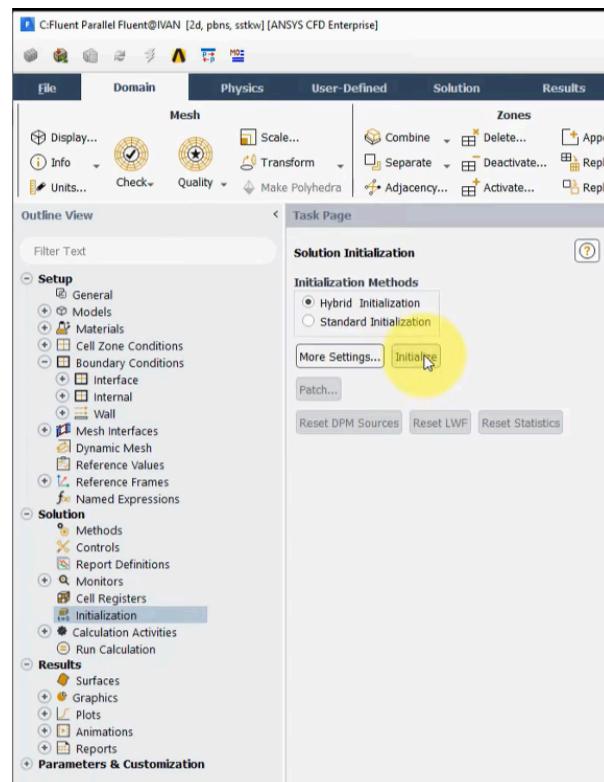


15. kalau sudah double klik mesh interfaces, klik semua wall lalu ubah interface name prefix menjadi "interfaceheat", klik auto create lalu akan muncul pada bilah kanan. klik interfaceheat tersebut lalu close



16. lalu kalian dapat mengubah wall interface tersebut pada display seperti langkah nomor 16, lalu ubah menjadi kuning

17. jika sudah klik initialization, klik initialization pada kolom kanan. lalu klik run calculation



18. pada parameters ubah number of iterations menjadi 61 lalu klik calculate maka grafik akan keluar. jika ingin variasi seperti nilai temperatur tinggal ganti di bagian boundary conditions seperti langkah nomor 15, lalu run calculation kembali maka grafik akan berubah

**TAHAP PASCA PRAKTIKUM**

1. Isi dua tabel di bawah ini

Material	h	k
Alumunium		
Copper		
Steel		

Variasi Kalor Input (W/m <sup>2</sup> )	Temperatur (T1)	Temperatur (T2)	Temperatur (T3)
5000			
7000			
dst			

2. Buatlah grafik hubungan variasi kalor (Q) terhadap temperatur masing-masing material dan buatlah analisisnya!
3. Buatlah grafik hubungan antara koefisien perpindahan panas masing-masing bahan terhadap laju kalor dan analisanya!
4. Jelaskan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi laju kalor!

## P3 Heat Exchanger Shell and Helical Tube



### TAHAP PERSIAPAN

1. Sediakan alat tulis dan meteran
2. Mengikuti arahan dari asisten praktikum
3. Menggunakan sandal lab

### TAHAP PRAKTIKUM

- **Tahap Pengamatan**

1. Pastikan kondensor terpasang dengan lilitan tube yang sesuai dan lakukan perhitungan lilitan tube(tabel ada di bagian 4. instruksi analisis pratikum),  
Lilitan Tube: Pipa yang dililitkan meningkatkan luas permukaan kontak antara uap dan permukaan pipa, meningkatkan efisiensi kondensasi.

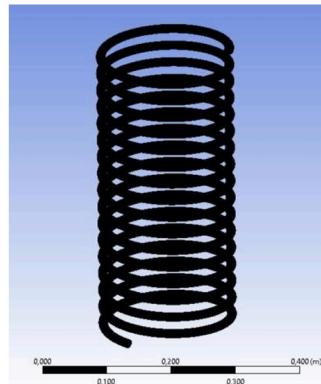


2. Amati struktur kondenser dan catat dimensinya menggunakan meteran

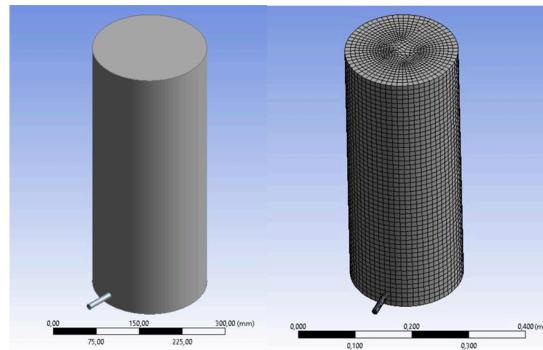
No	Item	Ukuran
1	Diameter luar tube	
2	Diameter dalam tube	
3	Ketebalan tube	
4	Jumlah lilitan tube	
5	Panjang tube	
6	Diameter dalam shell	
7	Diameter luar shell	
8	Ketebalan shell	
9	Tinggi shell	
10	Tinggi lilitan tube	

- **Tahap Simulasi**

1. Buat Geometri model pipa kondensor destilator etanol sesuai dengan dimensi yang telah dicatat menggunakan aplikasi solidworks 3. model geometri dari plant dibuat dengan software Solidworks yang kemudian di export menjadi file dengan bentuk STEP agar dapat di import ke dalam workbench software Ansys. Adapun bentuk geometri yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut



2. Jalankan CFD dengan program ANSYS Fluent dimana mempunyai konsep Finite Volume Method. Meshing berfungsi sebagai pembagi control volume geometri menjadi elemen yang lebih kecil dan halus dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih konvergen pada analisa. Hasil meshing dari geometri yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Model pada gambar langkah 1 dilakukan tahap meshing sehingga membentuk geometri seperti gambar langkah 2 menggunakan ukuran 0,001 untuk memecah dan membentuk jaring-jaring yang nantinya memudahkan untuk proses simulasi dari model yang sudah dibuat.

### 3. Atur Pengaturan Permodelan

Dalam mengatur model mana yang paling tepat, terdapat variabel-variabel yang harus didefinisikan sebelum melakukan perhitungan dalam aplikasi Fluent. Seperti variabel fasa, material fluida, boundary condition, dan kondisi pengoperasian. Adapun beberapa kondisi yang diatur dalam simulasi CFD ini yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2,

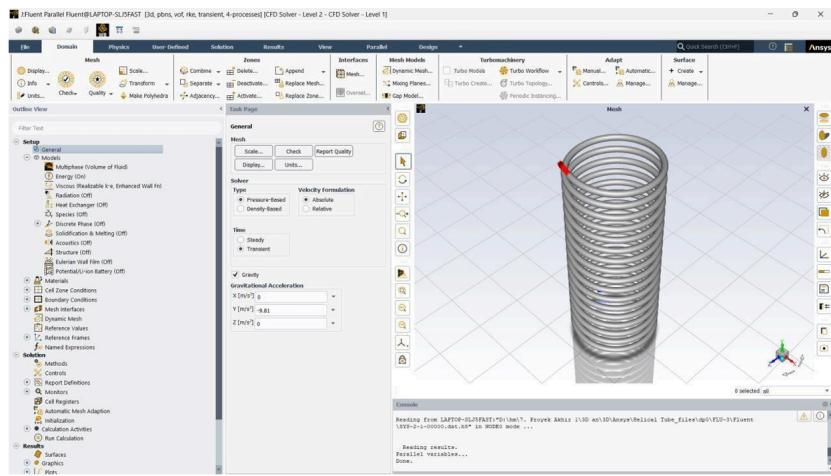
**Tabel 3.1** Parameter Fluida

Variabel	Keterangan
<i>Thermal inlet</i>	6,5°C
<i>Multiphase</i>	<i>Volume of Fluid</i>
Kecepatan inlet	1,2 m/s
Tekanan relatif outlet	0
Kondisi dinding	<i>No slip, smooth walls</i>
Gravitasi	-9.81 m/s <sup>2</sup>

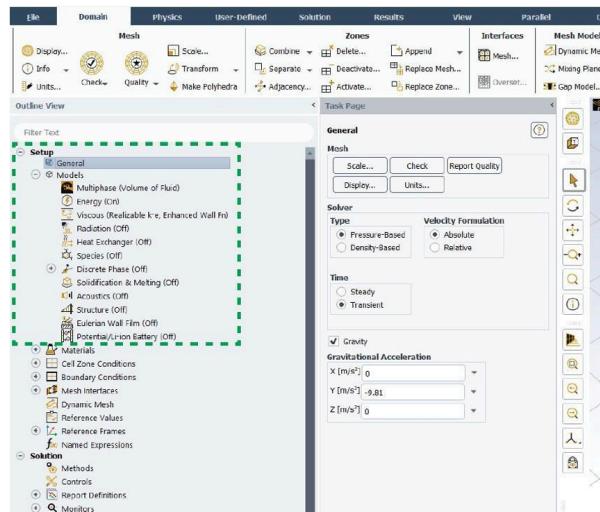
**Tabel 3.2** Parameter Pipa Kondensor

Variabel	Keterangan
<i>Wall Motion</i>	<i>Stationary Wall</i>
<i>Shear Condition</i>	<i>No Slip</i>
Temperatur	79°C
Material	<i>Stainless Steel</i>

4. Selanjutnya variabel – variabel pada tabel yang sudah ditentukan di atas diinputkan ke dalam masing – masing section di dalam setup Ansys CFD Fluent seperti gambar di bawah ini:

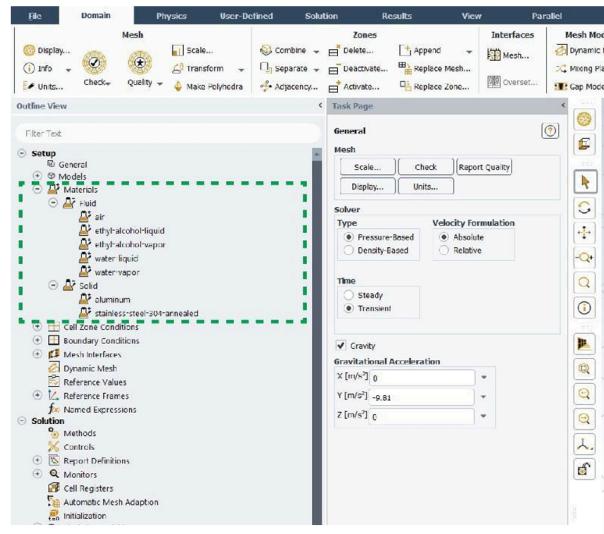


5. Kemudian variabel yang sudah ditentukan pada Tabel 3.1, dan Tabel 3.2 dimasukkan dalam masing – masing section pada setup Ansys Fluent. Pada Gambar “General Section and Models Section Pada Setup Ansys Fluent” terdapat section “general” yang didalamnya terdapat pengaturan mesh, solver, time, dan gravitational acceleration. Isikan nilai gravitasi menggunakan nilai  $-9,81 \text{ m/s}^2$  pada sumbu Y. Selanjutnya pada section “models” yang di dalamnya terdapat beberapa pilihan seperti multiphase, energy, dan viscous. Pada tugas akhir ini menggunakan energy equation sehingga pada pilihan “energy” memilih “On”, selanjutnya untuk aliran fluida menggunakan k-epsilon yang dapat diatur pada pilihan “viscous”, kemudian untuk multiphase menggunakan metode volume of fluid.



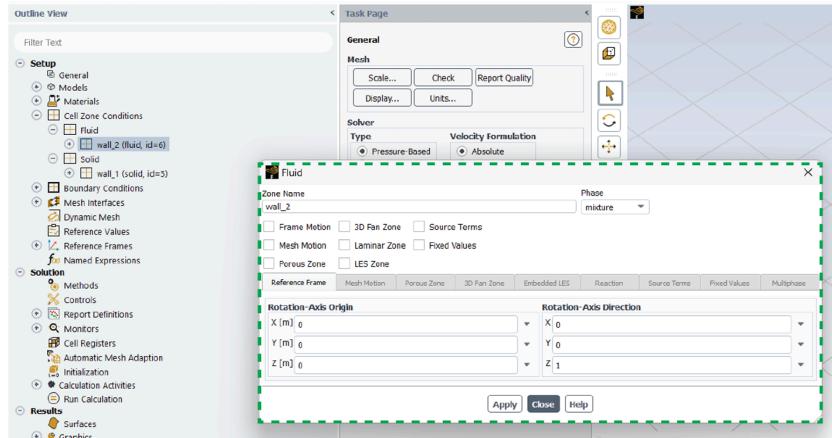
General Section and Models Section Pada Setup Ansys Fluent

6. Selanjutnya untuk memilih material yang digunakan pada model geometri kondensor penyulingan etanol ini dipilih di dalam section “Materials”. Pada percobaan ini, material kondensor menggunakan stainless steel 304, kemudian untuk lilitan pipa kondensor menggunakan material stainless steel 304. Stainless steel 304 dipilih karena memiliki keunggulan seperti tahan terhadap korosi karena mengandung kromium sebanyak 10,5% atau lebih. Untuk fluida yang mengalir di dalam pipa kondensor merupakan water-liquid dan fluida yang mengisi ruang kondensor adalah ethyl-alcohol-vapor. Pemilihan material kondensor penyulingan etanol pada setup Ansys Fluent dapat dilihat pada Gambar di bawah ini

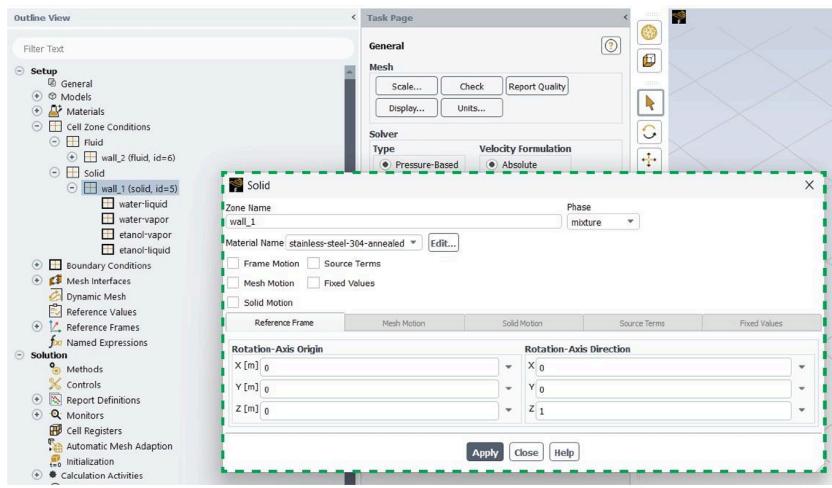


Materials Section Pada Setup Ansys Fluent

- Pada Gambar langkah 7 di bawah ini merupakan langkah selanjutnya untuk mengatur cell zone condition pada setup Ansys Fluent. Terdapat 2 bagian yang harus diatur yaitu cell condition pada pipa kondensor dan air di dalam pipa kondensor yang sudah dinamai dengan wall 1. Untuk pengaturan cell zone condition pada wall 1 menggunakan material berupa stainless steel 304 dan untuk cell condition pada wall 2 menggunakan phase mixture.

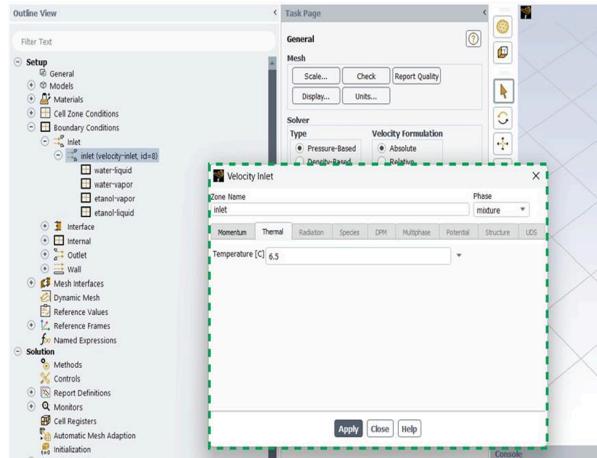


A) Cell Zone Condition Pada Air di Dalam Kondensor

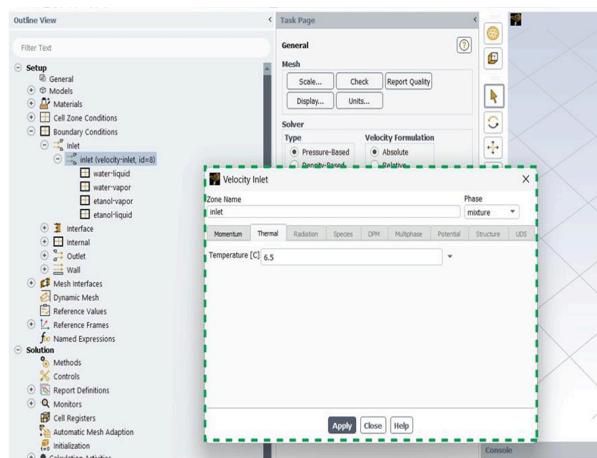


B) Cell Zone Condition Pada Pipa Kondensor

8. Selanjutnya terdapat boundary condition yang digunakan untuk memberikan nilai pada tiap – tiap variabel seperti pada Gambar di bawah. Pada boundary condition perlu diatur nilai Velocity Magnitude pada inlet air yang masuk seperti Gambar langkah 7 bagian “A” dan temperatur air yang masuk ke dalam kondensor seperti Gambar langkah 7 bagian “B”, laju inlet air mempunyai velocity magnitude 1.2 m/s dan mempunyai temperatur 6,5°C

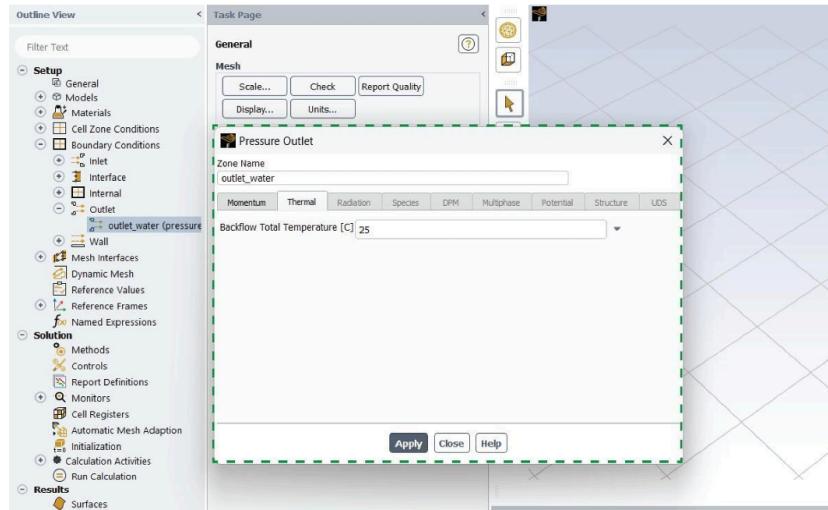


A) Pengaturan Velocity Magnitude Air Inlet Pada Setup Ansys Fluent



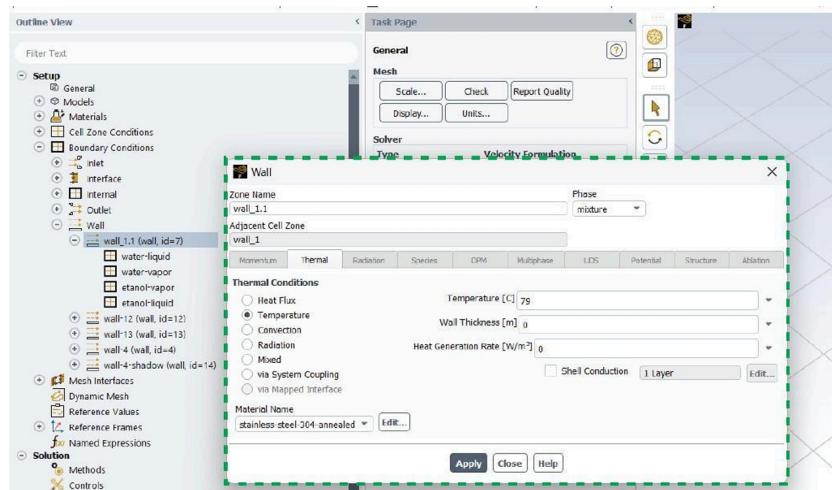
### B) Pengaturan Temperatur Air Inlet Pada Setup Ansys Fluent

9. Selanjutnya pada boundary condition terdapat pengaturan untuk outlet air untuk mendefinisikan variabel seperti temperatur air yang keluar dari lilitan pipa kondensor, suhu kondensor yang diukur kemudian diinputkan pada Boundary Condition setup Ansys Fluent seperti Gambar berikut



Outlet Section Pada Boundary Condition Setup Ansys Fluent

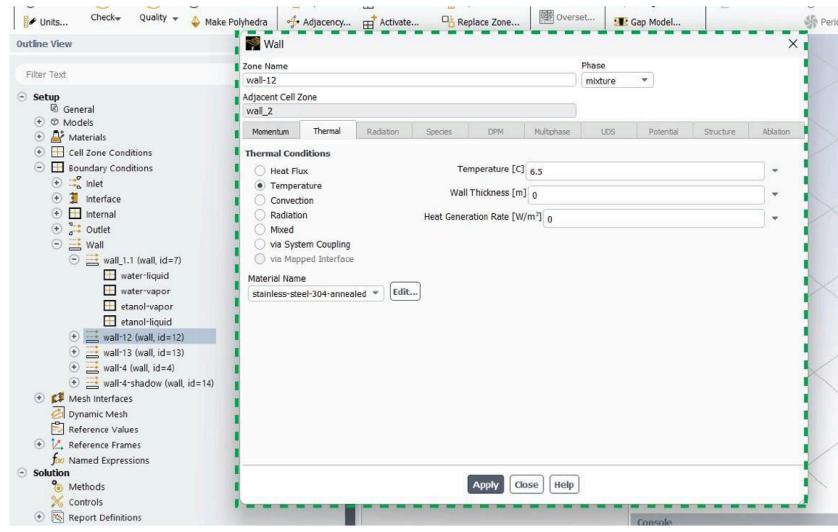
10. Setelah mengatur nilai outlet pada pipa kondensor, maka langkah selanjutnya adalah mengatur nilai dari dinding (Wall) pembatas fluida seperti pada Gambar berikut ini.



Pengaturan Thermal Pada Wall 1

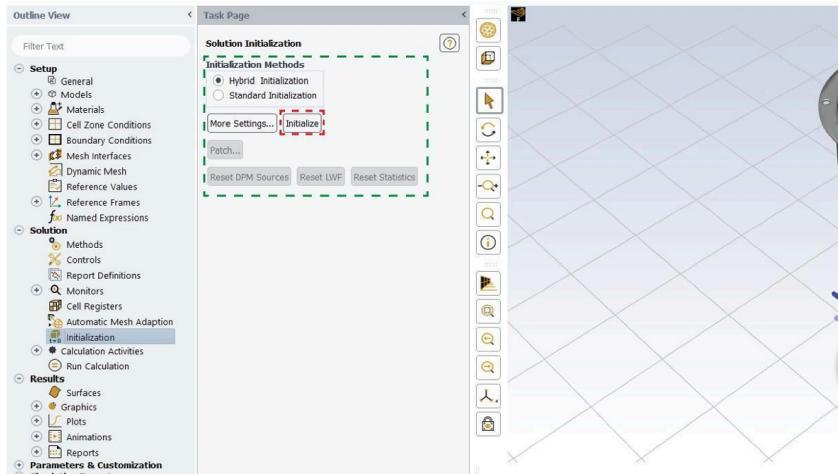
Wall 1 yaitu dinding tabung kondensor yang terbuat dari material stainless steel 304 yang mempunyai momentum tidak bergerak (Stationary Wall), dan kondisi geser No Slip. Isikan nilai temperatur dinding pipa kondensor.

11. Setelah mengatur nilai thermal pada wall 1, maka langkah selanjutnya adalah mengatur nilai dari wall kedua pada percobaan ini seperti pada Gambar langkah 10, yang kedua adalah isikan nilai suhu pendingin di dalam pipa kondensor



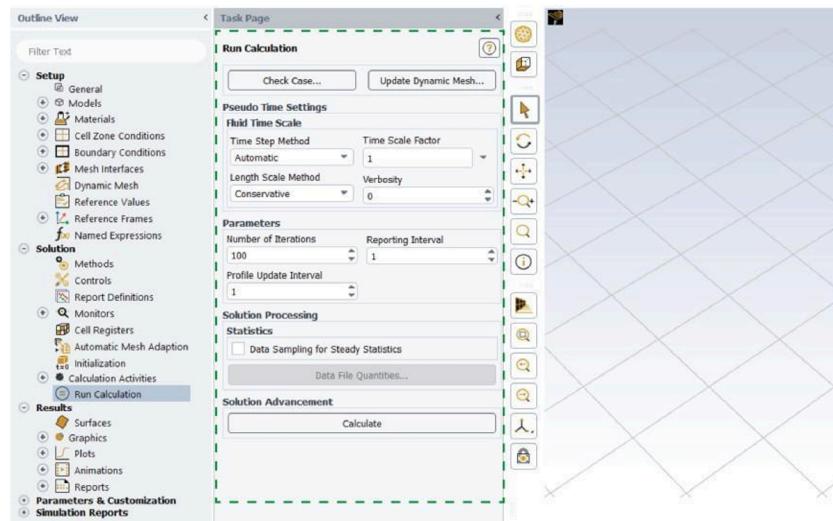
Pengaturan Thermal Pada Wall 2

- Setelah semua variabel dimasukkan ke dalam masing – masing setup seperti models, materials, cell zone condition, dan boundary condition, maka langkah selanjutnya adalah initialize untuk menginisialisasi semua variabel seperti kondisi aliran, temperatur, tekanan, dan parameter lainnya yang diperlukan untuk memulai simulasi. Pada tugas akhir ini metode yang digunakan untuk inisialisasi adalah metode hybrid initialize. Untuk langkah initialize pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar berikut ini



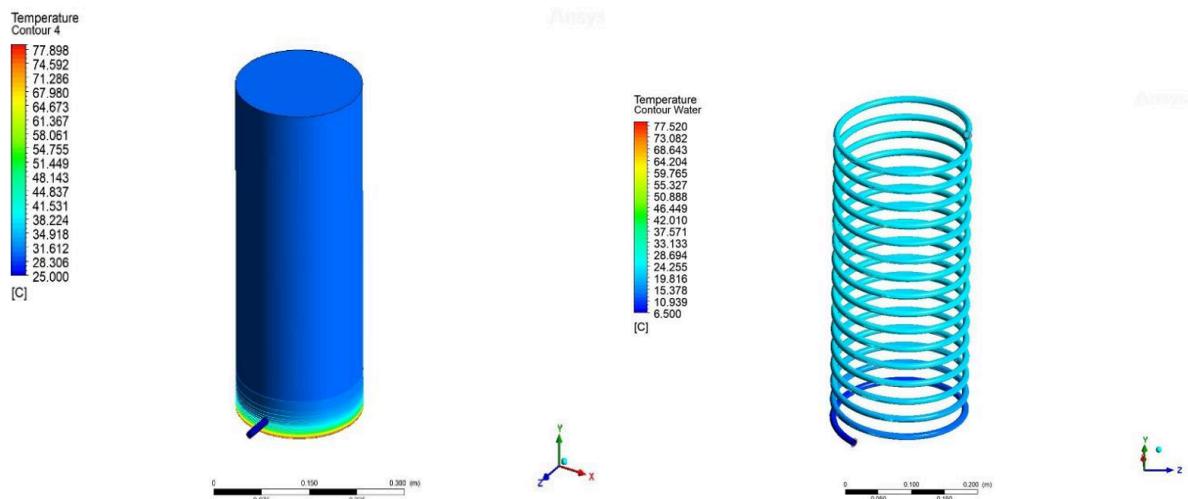
Initialize Pada Setup Ansys Fluent

- Kemudian langkah terakhir pada setup ansys fluent adalah run calculation. Tujuan dari run calculation ini adalah untuk menjalankan simulasi numerik berdasarkan kondisi awal dan parameter yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Setelah proses simulasi dijalankan, Ansys Fluent akan menghitung solusi numerik untuk model dan parameter yang telah ditentukan. Untuk melakukan proses run calculation pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Run Calculation Pada Ansys Fluent

14. Saat semua variabel yang sudah ditentukan diinputkan ke dalam setup CFD fluent maka dilakukan sebuah initialize dan calculation agar dapat melihat hasil dari simulasi yang sudah dibuat. Langkah terakhir dari simulasi CFD adalah result untuk melihat hasil dari simulasi CFD yang sudah dibuat. contour temperatur dari pipa kondensor yang disimulasikan untuk melihat persebaran panas di permukaan pipa kondensor.



Kemudian terdapat juga result dari simulasi CFD yang dilakukan pada tabung kondensor yang dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

**TAHAP PASCA PRAKTIKUM**

1. Catat parameter suhu di berbagai titik dari hasil simulasi

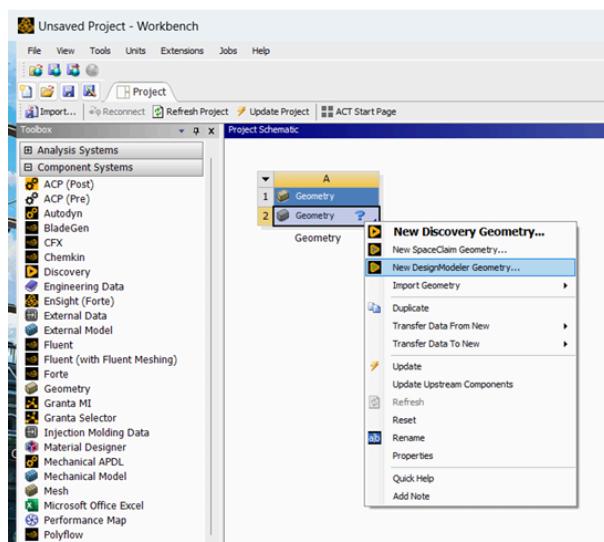
Item	Temperatur Hasil Simulasi
Temperatur di dinding luar shell bagian atas	
Temperatur di dinding luar shell bagian tengah	
Temperatur di dinding luar shell bagian bawah	
Temperatur inlet fluida pendingin yang dialirkan melalui tube	
Temperatur outlet kondensat	
Temperatur outlet fluida pendingin yang keluar melalui tube	

2. Jelaskan analisis distribusi suhu di sepanjang lilitan tube dari hasil simulasi!

## P4 Analisis Simulasi Perpindahan Panas Melalui Pipa

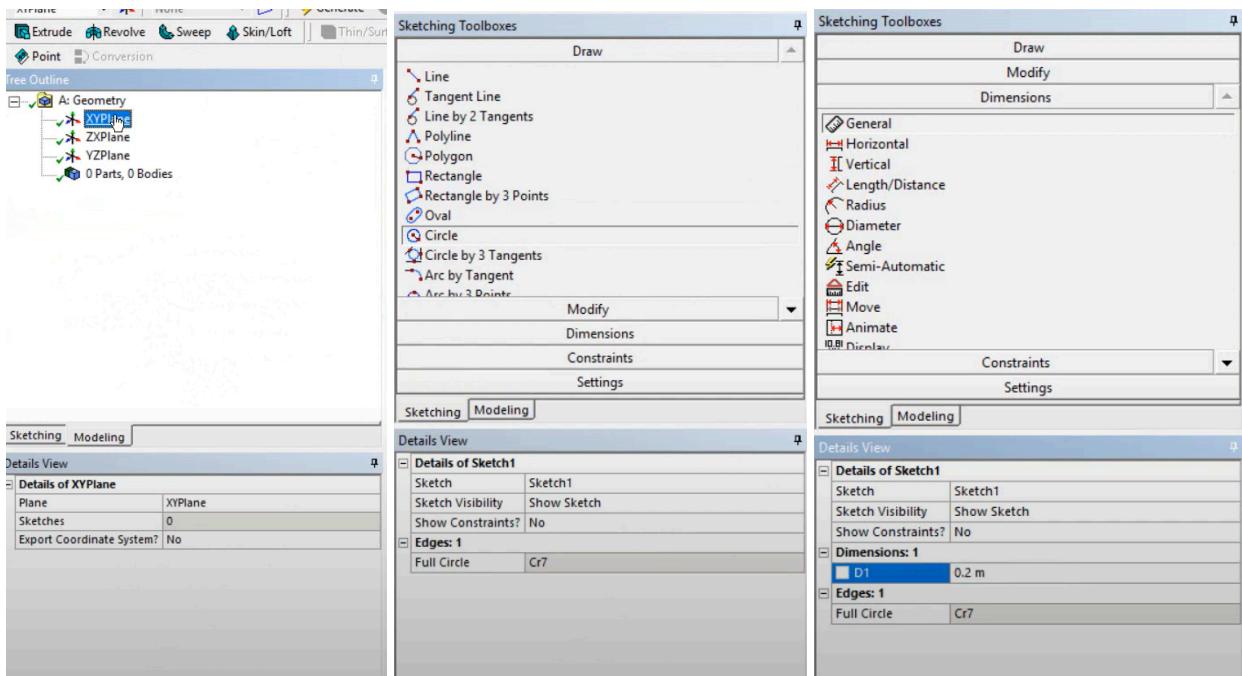
### TAHAP PERSIAPAN

1. Menginstall software Ansys Workbench di laptop/PC masing-masing
2. Buka software Ansys
3. Buka pada bagian design modeler, kemudian taruh geometry ke workbench, setelah itu klik kanan pada geometry untuk membuat new design modeler geometry

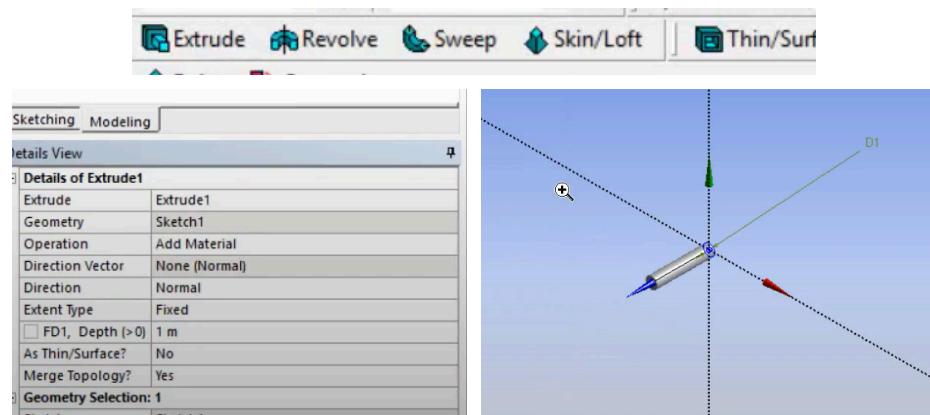


### TAHAP PRAKTIKUM

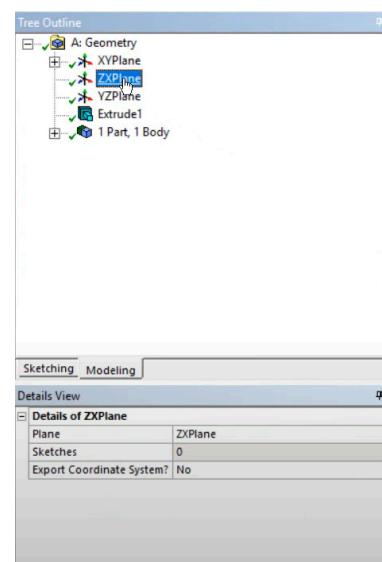
1. Pada XY plane buat lingkaran dengan diameter 0.2 m. Klik Sketching > Circle > arahkan kursor pada lembar kerja anda lalu tarik dari titik pusat hingga membentuk lingkaran. Untuk mengatur diameternya masih dalam menu sketching lalu klik dimension > diameter > masukkan angka 0.2 m



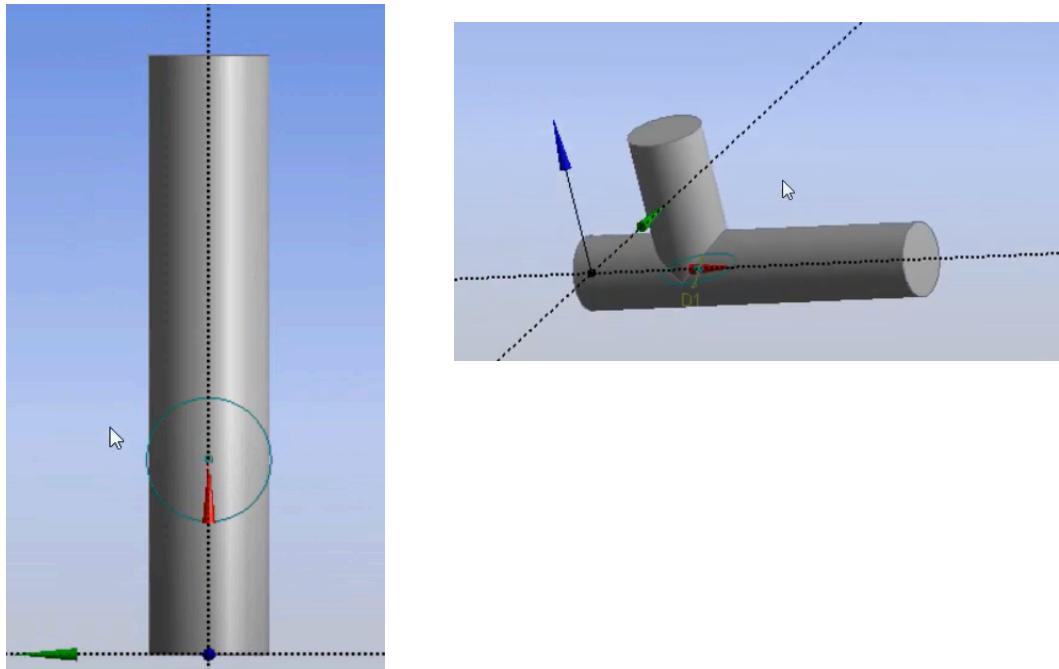
2. Klik Extrude > Masukkan nilai Depth 1 m untuk menambah ketinggian dari pipa > Generate



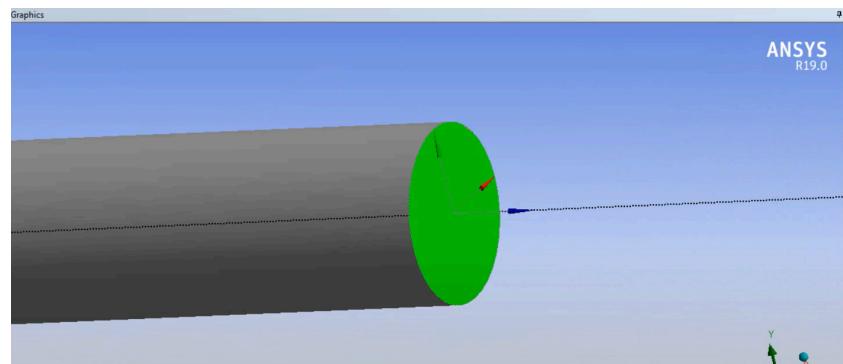
3. Klik ZX plane > Create New Sketch > klik sketch 2



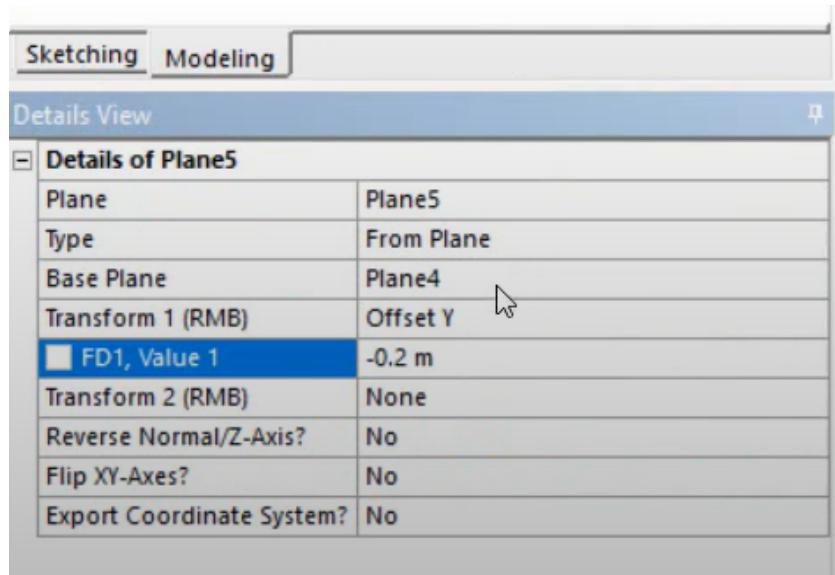
4. Buat lingkaran lagi dengan diameter 0.2 m dengan langkah yang sama seperti pada step 1. Kemudian Extrude dengan mengatur depth nya menjadi 0.4 m > generate.



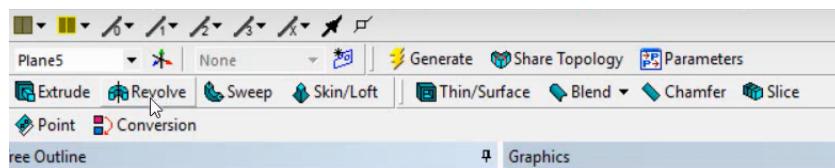
5. Kemudian select area > create New Plane (Plane4 otomatis) > create Circle dengan diameter 0.2 m pada bagian yang di select



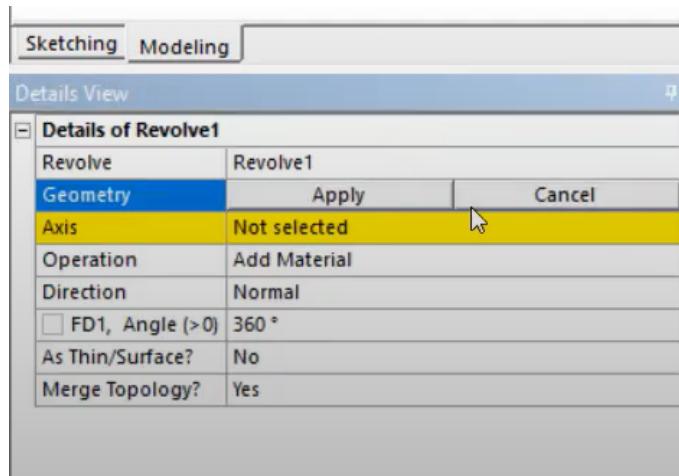
6. Create New Plane (Plane5 Otomatis ) lagi > Transform > Offset Y > value -0.2 m



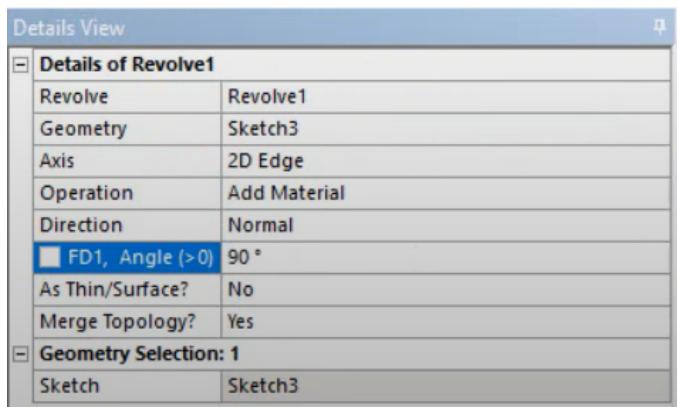
7. Create Revolve>Generate



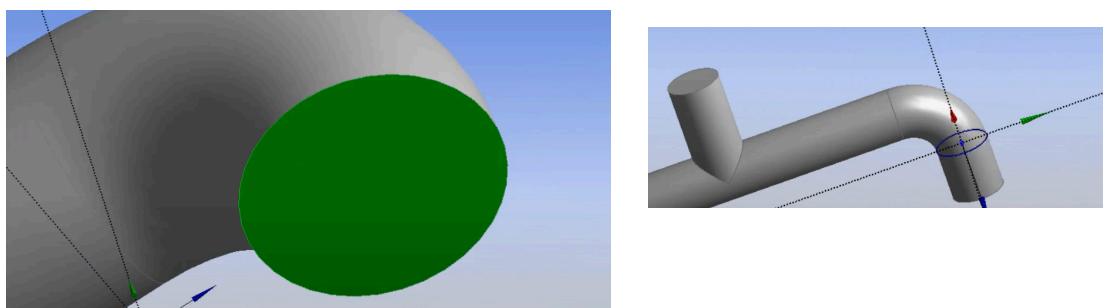
8. Pilih Revolve1> Geometry > Add Sketch circle (Plane 4 > Sketch3) > Axis > klik Sumbu X pada gambar anda



9. Setting FD1, Angle menjadi 90° > Generate

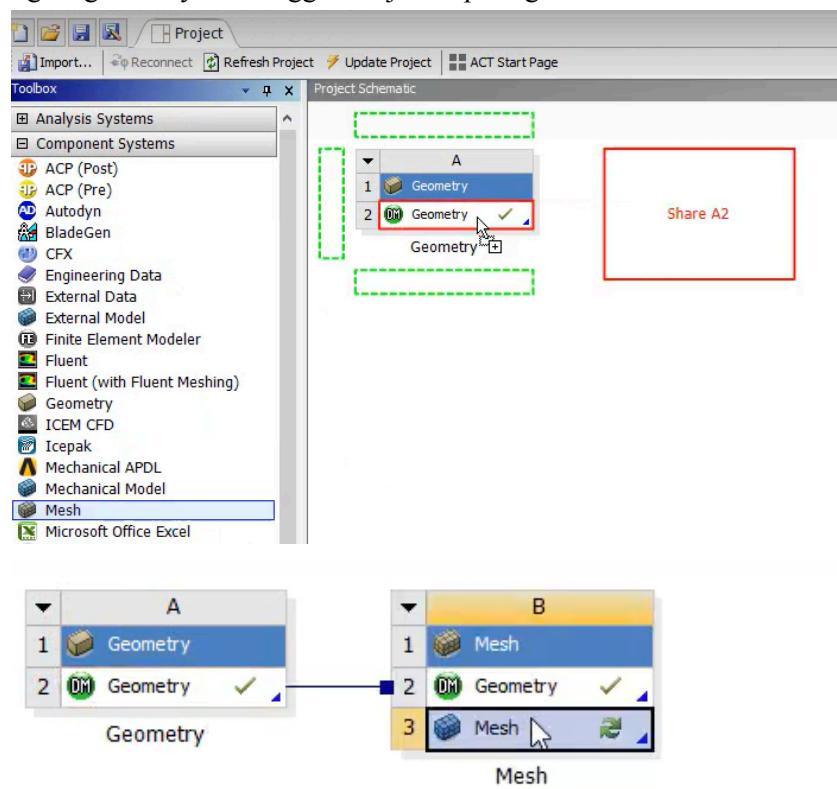


10. Select Area > Create New Plane (Plane6 otomatis) > create circle dengan diameter 0.2 m > Extrude 0.2 m > Generate

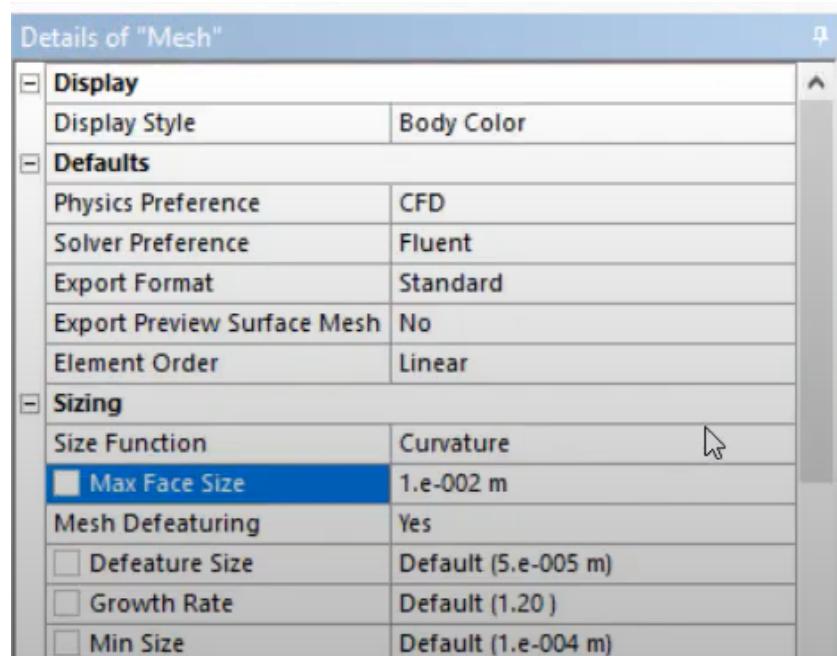


11. Close design modeler

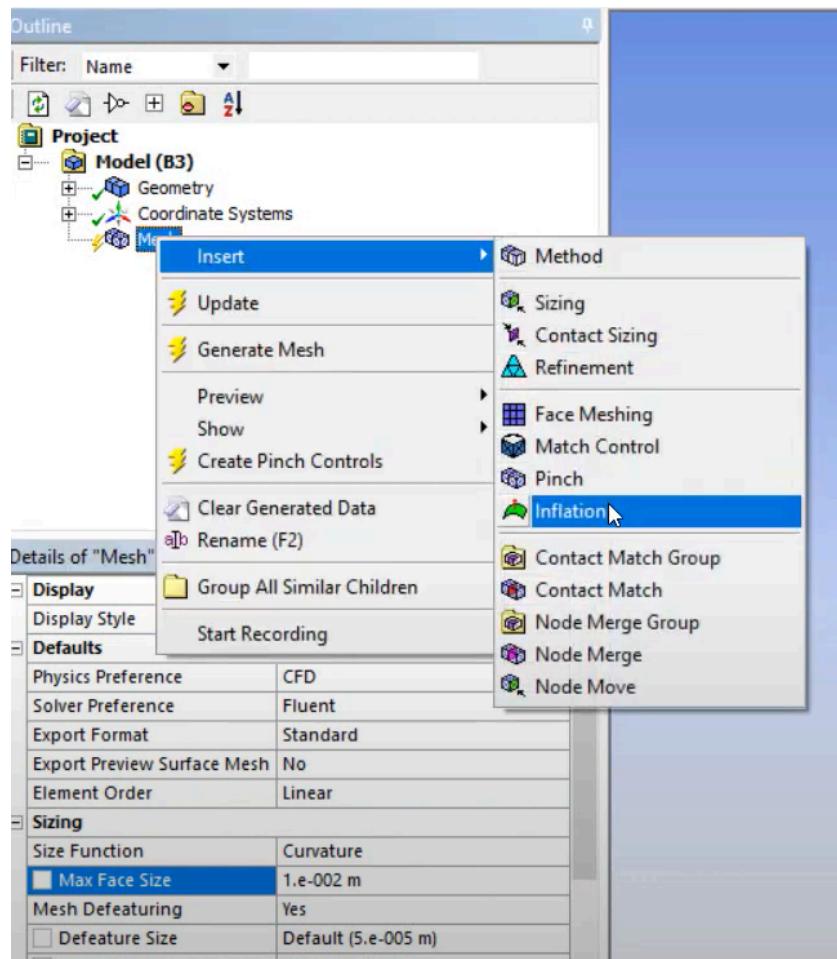
12. Klik Mesh > drag ke geometry > sehingga menjadi seperti gambar di bawah ini



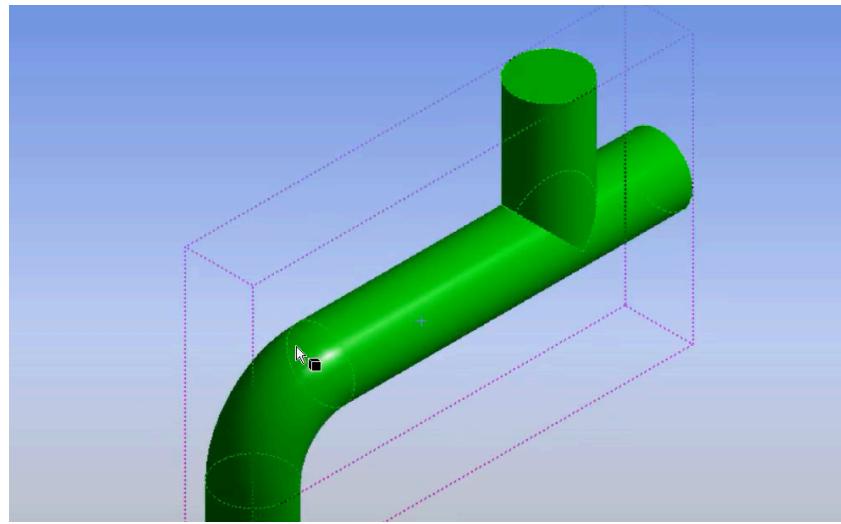
13. Klik pada mesh > pada bagian details of mesh > klik physics preference > ganti CFD > Max Face Size 0.01m



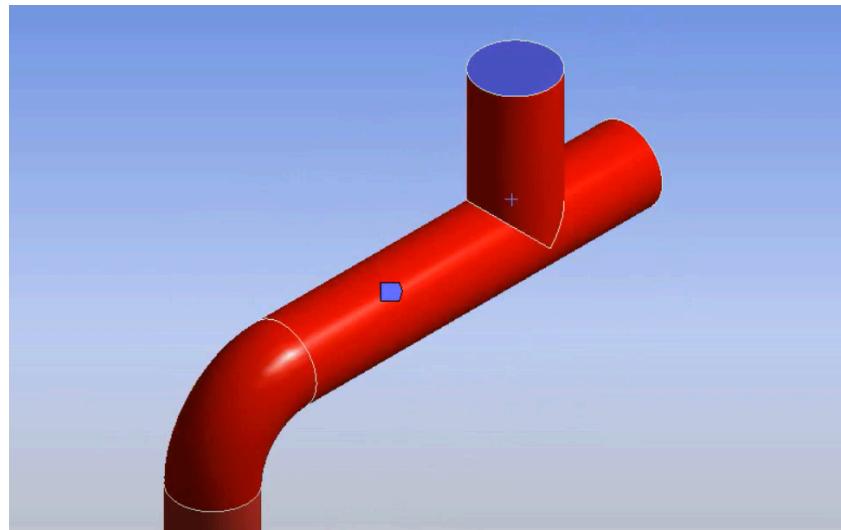
14. Klik kanan pada mesh > insert Inflation



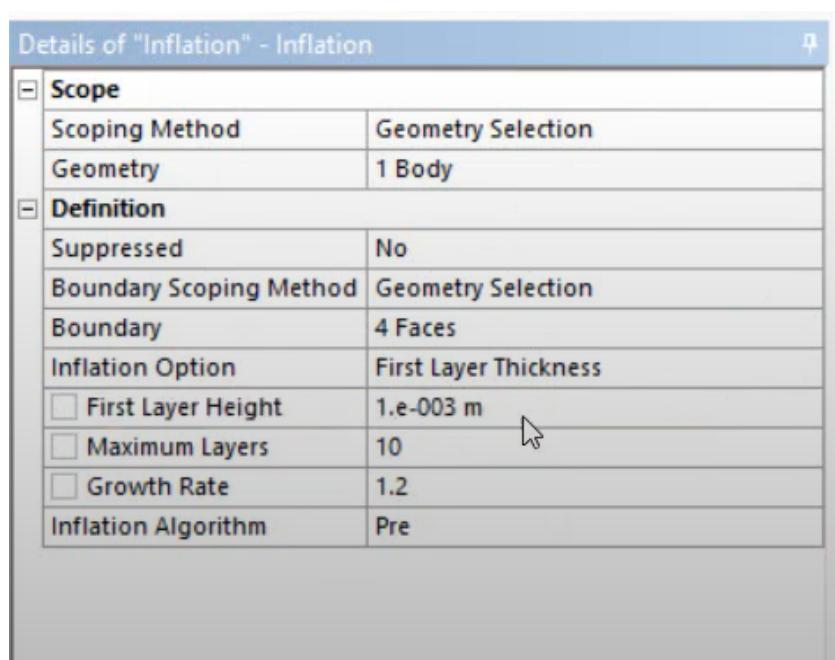
15. Details of Inflation > Geometry > Select Body



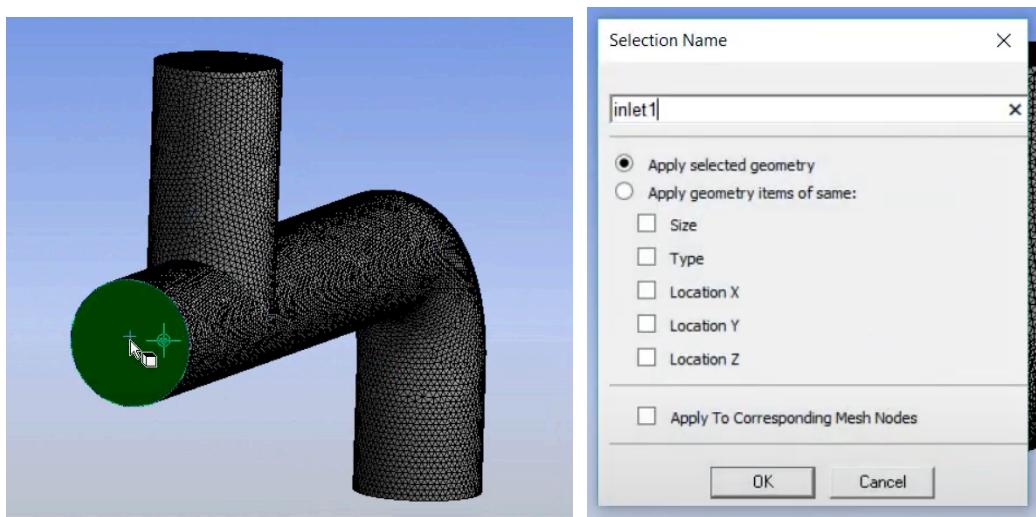
16. Boundary > Pilih permukaan pipa saja (warna merah)



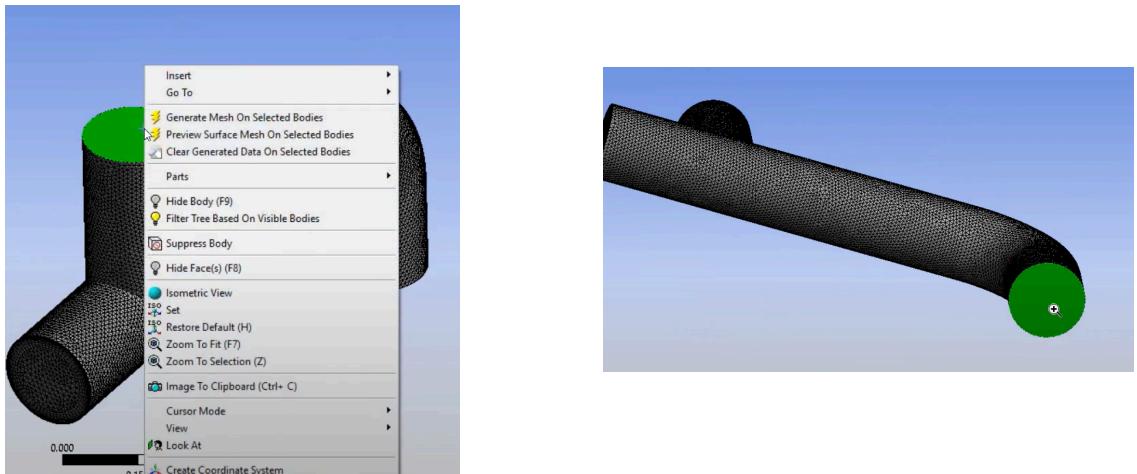
17. Atur detail lainnya seperti Inflation Option, First Layer Height, Maximum Layers, Growth Rate



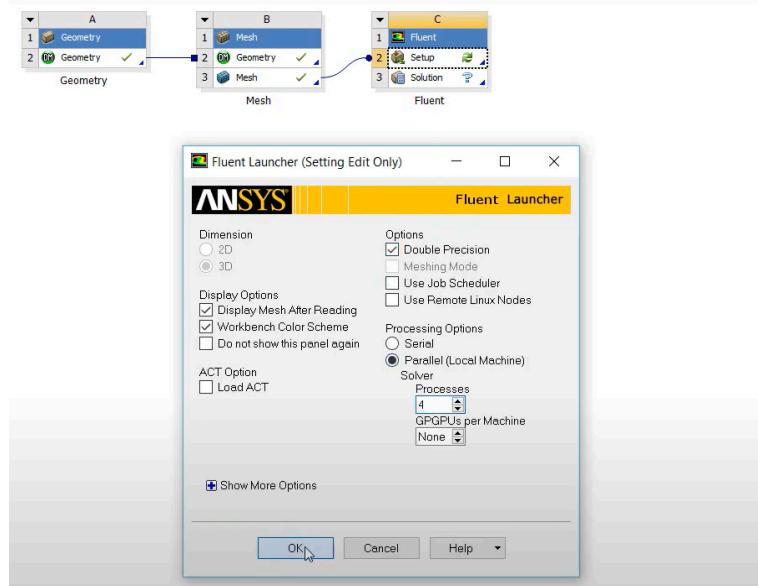
18. Generate Mesh
19. Selanjutnya memberikan nama disetiap boundaries condition yang dibuat. Select Area > Klik kanan > Create Name Selection > berikan nama inlet1 > OK



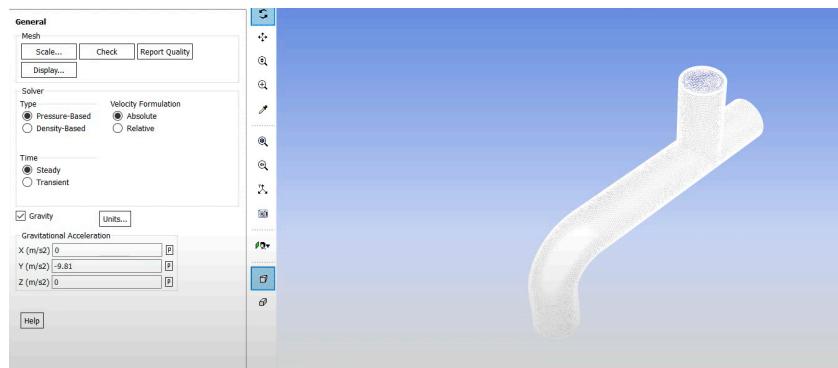
20. Kemudian untuk part selanjutnya > Create Name Selection > inlet2. Selanjutnya select part lagi > create name selection > outlet > close ansys meshing



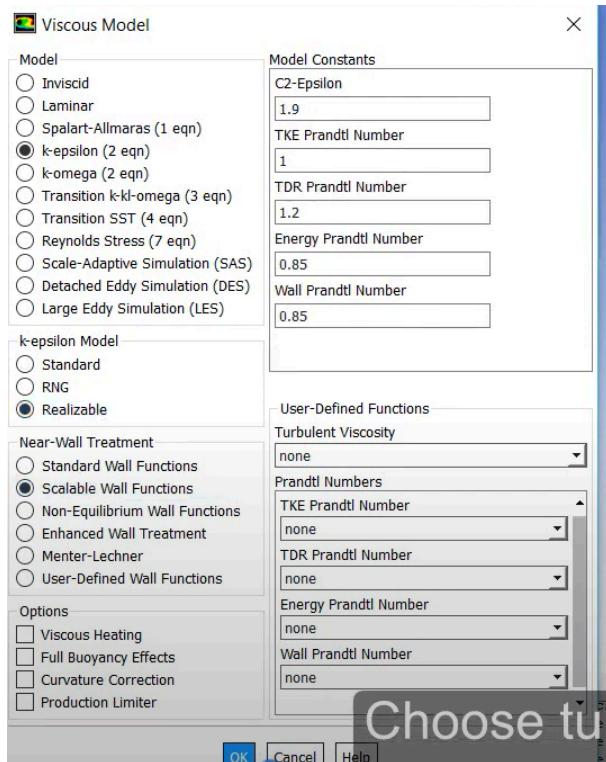
21. Masukkan fluent > klik setup > Fluent launcher > tentukan setting seperti gambar di bawah ini



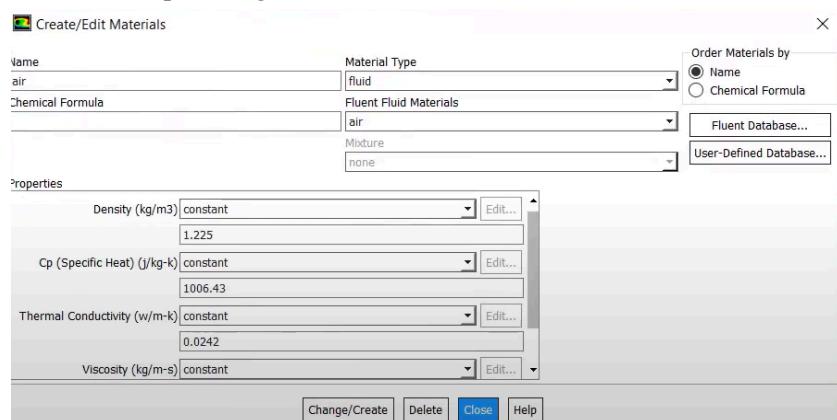
22. Check Mesh. Checklist Gravity > masukkan nilai Y -9.81 > Klik kanan pada model



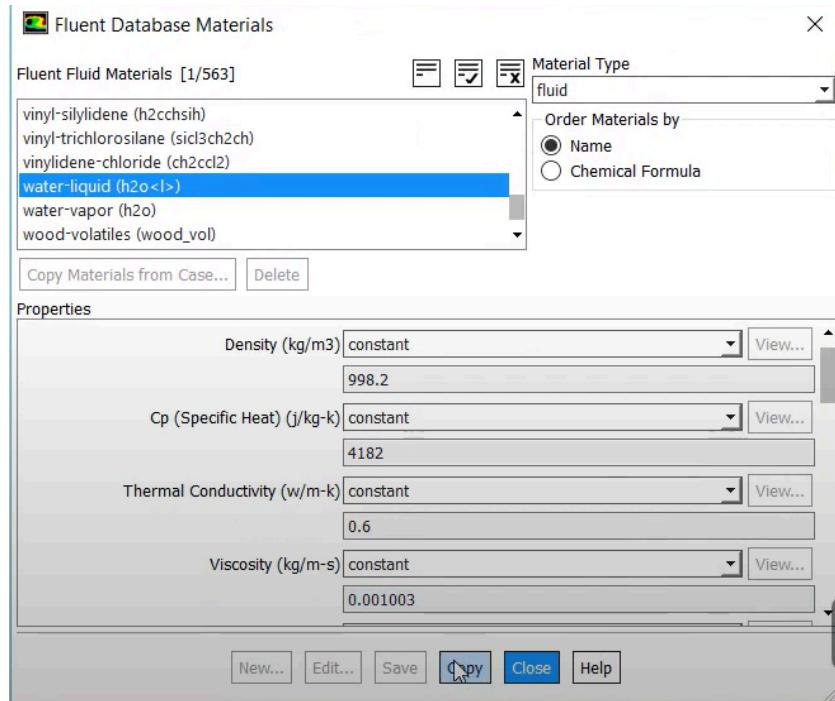
23. Pada bagian model > Energy > Klik pada Energy Equation > OK. Viscous > Turbulence > k-epsilon



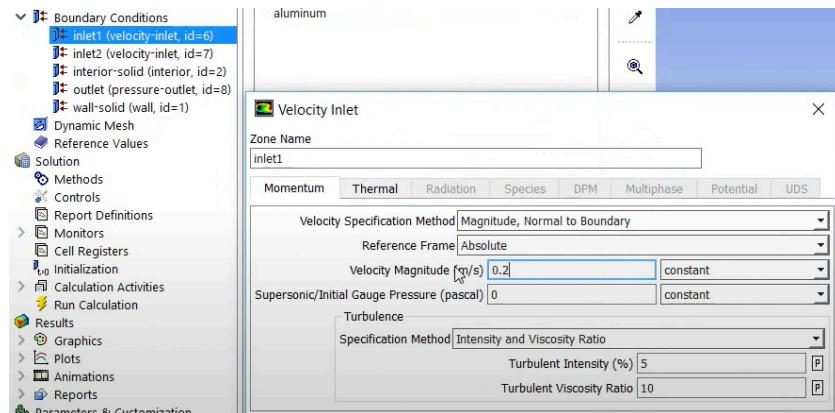
24. Klik Material > double klik pada bagian fluid >Fluent database



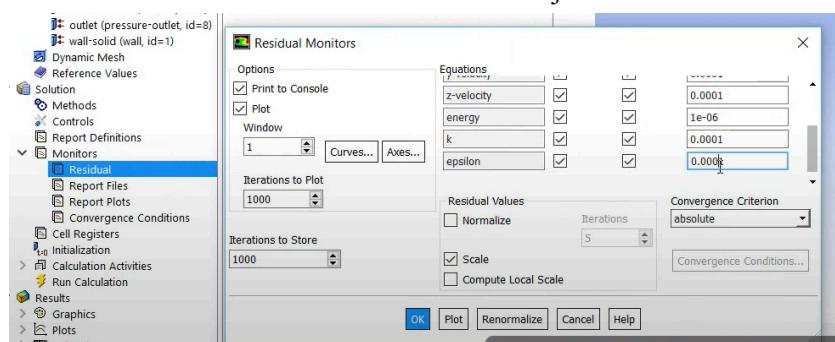
25. Copy water liquid



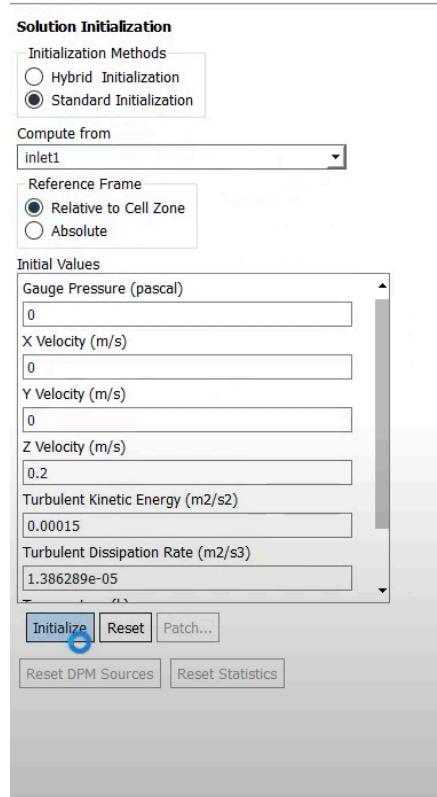
26. Boundary Condition > Inlet1 > Velocity 0.2 m/s > Temperature = 287.15°K > OK. Kemudian setting juga untuk inlet2 sama seperti sebelumnya dengan memasukkan nilai velocity 0.1 m/s dan temperature 313.15°K



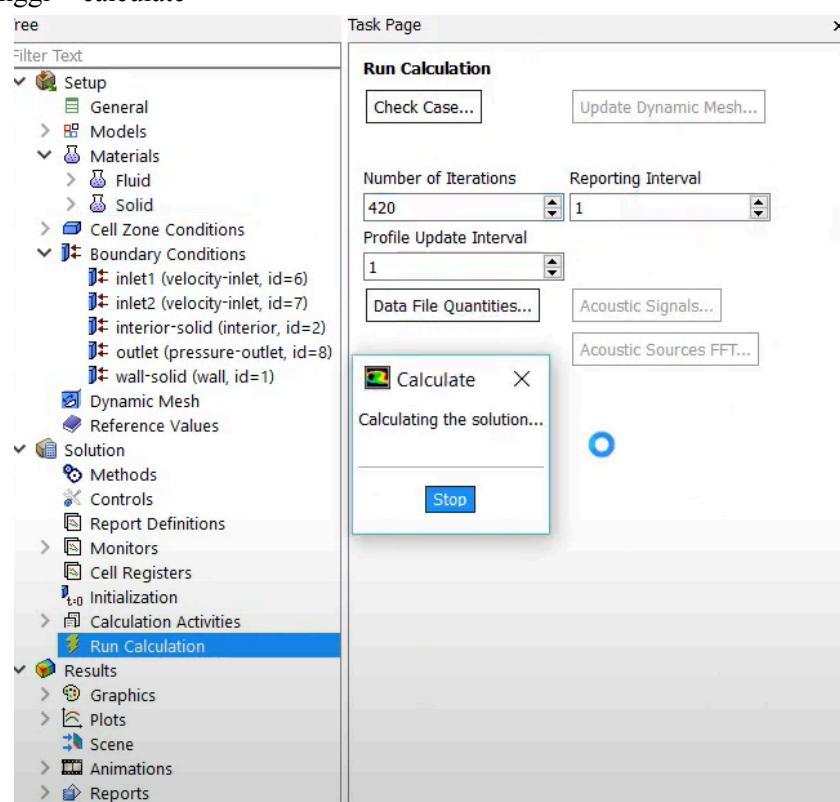
27. Setting boundary condition untuk outlet > Pressure 0 Pa > Temperature = 293.15°K  
 28. Klik monitors > Residual > ubah semua absolute criteria menjadi 0.0001 kecuali energy

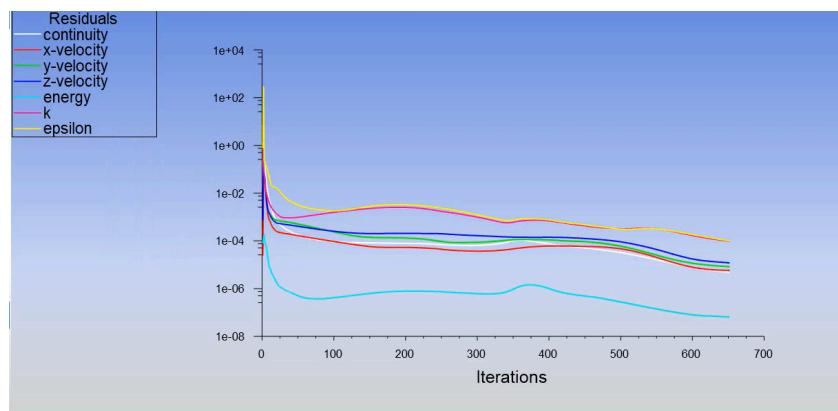


29. Klik initialize > standard initialization > inlet 1 > initialize

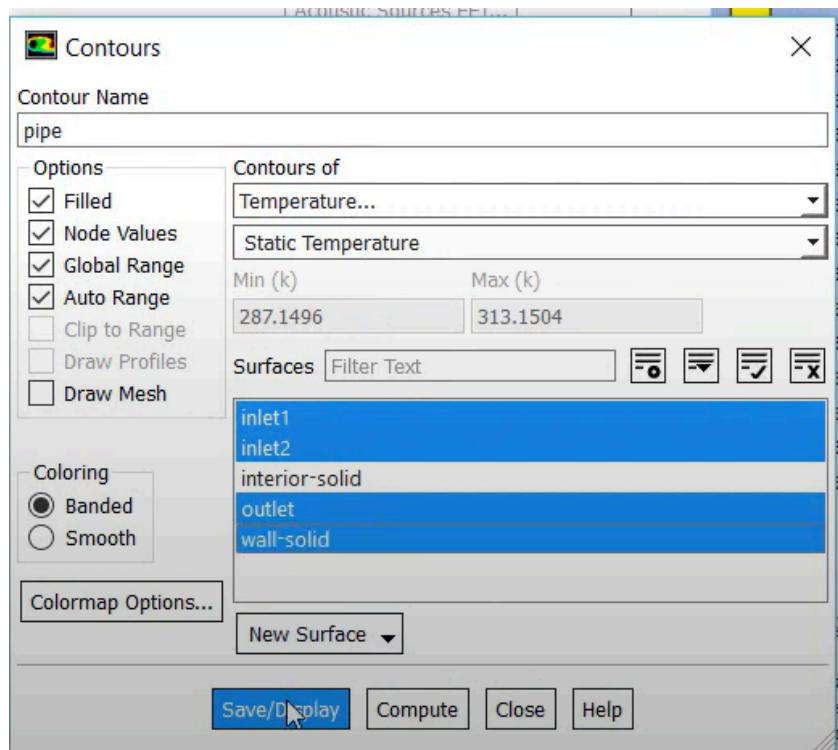


30. Run Calculations>masukkan iteration > untuk jumlah iterasi yang banyak diperlukan spesifikasi laptop yang tinggi > calculate

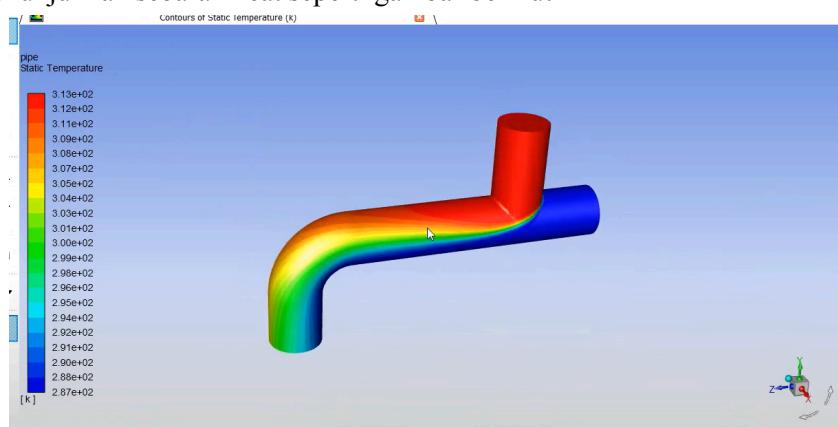




31. Create Contour > setting seperti gambar di bawah >



32. Maka akan menunjukkan sebaran heat seperti gambar berikut



## **TAHAP PASCA PRAKTIKUM**

1. Jelaskan analisis distribusi suhu di sepanjang pipa dari hasil simulasi
2. Tentukan bagian mana perkiraan laju perpindahan panas paling besar tergantung dari warna kontur yang dihasilkan
3. Lakukan analisis terkait mekanisme perpindahan panas yang terjadi pada pipa di simulasi, apakah konduksi, konveksi, atau kombinasi

## **Lampiran: 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: 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: Permit to Work

	<b>PERMIT TO WORK</b> <i>SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM LABORATORY</i>		
Doc: P2	Rev: 00	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.
<b>Checklist terkait faktor perizinan dan keselamatan kerja</b>		<b>YES</b>	<b>NO</b>
Apakah pekerjaan ini telah disetujui oleh Dosen Pengampu Mata Kuliah?			
Apakah izin pekerjaan ini telah disetujui oleh Kepala Laboratorium?			
Apakah sudah dibuat 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 material yang mudah terbakar?			
Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah meledak?			
Apakah peralatan pemadam kebakaran telah tersedia?			
Apakah peralatan P3K telah tersedia?			
Apakah prosedur keadaan darurat telah dipahami?			
Apakah semua peralatan/perlengkapan telah diperiksa?			
<p>Saya telah memahami dan berkomitmen tentang pekerjaan yang akan saya kerjakan, dan akan melaksanakan pekerjaan sesuai prosedur dengan memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.</p>			
Catatan:		Diajukan oleh	Disetujui oleh
		Nama Pemohon	Nama Laboran

## Lampiran: Job Safety Analysis

FORM JSA PRAKTIKUM LAB SIS				
LAB Safety Instrumented System	TANGGAL	NO JSA	REV NO	DISIAPKAN
	25 Februari 2025	I	-	
JOB SAFETY ANALYSIS	NAMA PROYEK			DIREVIEW
	Praktikum Lab SIS			
NAMA PEKERJAAN	LOKASI PEKERJAAN	PENGAWAS PEKERJAAN	DISETUJUI	
Analisis Performa Pompa	Pompa Area			
<b>APD YANG DIBUTUHKAN :</b> 1. Helm Safety 2. Sepatu Safety	3. Kacamata Safety 4. Sarung Tangan Safety 5. Masker 3PLY	6. Earplug/earmuff	SAFETY EQUIPMENT : 1. Apar 2. Kotak P3K	
<b>Urutan dari Langkah-langkah Pokok Pekerjaan</b>	<b>Bahaya-Bahaya Potensial</b>	Resiko/ Hazard Risk	<b>Tindakan atau Prosedur yang</b>	<b>Pengawas Jawab</b>
<b>NO</b> <i>Sequence Of Basic Job Steps</i>	<b>Potential Hazard</b>		<b>Recommended Action or Procedure</b>	<b>Person In Charge</b>
<b>Operation Procedure for Powering Up the Plant</b>				
1. Wear PPE and Connect Power				
- Wear complete PPE (helmet, gloves, safety shoes, mask)	- Exposure to electrical hazard	- Electrical shock	- Use personal protective equipment (PPE) such	
- Connect the power cable to the outlet safely	- Faulty connection	- Fire or equipment damage	- Inspect cable and socket condition before	
2. Switch On the Heat Exchanger System				
- Connect the cable to the socket	- Electrical surge due to wrong activation	- Fire of panel damage	- Follow proper activation procedure.	
- Turn on MCH in the heat exchanger simulator				
<b>Operation Procedure For Running and Shutting Down the Heat Exchanger</b>				
1. Verify HMI Display				
- Check that the HMI is ON.	- HMI not showing correct display.	- Misoperation, delayed start.	- Check HMI status before continuing.	
- Confirm "Main Screen" is displayed.				
2. Set Up the Heat Exchanger System				
- Select "Set Up Mode" menu on HMI	Wrong value input	- Flow and temperature instability or system damage.	- Take clear, complete photos.	
- Input the required value on HMI				
3. Monitor Temperature and Flow				
- Select "Monitoring Mode" via navigation.				
- Record temperature and flow of Hot Fluid and Cold Fluid	- Incorrect mode selection.	- Pump not functioning properly.	- Double-check selection before enabling.	
4. Repeat Test with Different Flow and Temperature Values				
- Adjust temperature and flow in "Set Up Menu"				
- Perform measurements again.	- Wrong value input.	- Flow and temperature instability or system damage.	- Take clear, complete photos.	
- Record all data.				
5. Shutdown Procedure				
- Push the red button under HMI				
- Turn off the MCH				
6. Inspect Simulator Condition				
- Check for leaks and excessive vibration.	- Water leaks, vibration.	- Slip hazard, mechanical failure.	- Conduct thorough inspection post-operation.	
7. Clean and Store Equipment				
- Clean simulator from dust	- Dirt accumulation.	- Short circuits.	- Clean without water.	
- Store measuring devices properly.	- Instrument loss or damage.	- Measurement errors in future.	- Store instruments safely.	

Untuk PTW dan JSA, bisa diakses pada link [https://its.id/m/PTW\\_JSA\\_PERPAN](https://its.id/m/PTW_JSA_PERPAN)