

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini terdiri dari 2 buah pipa yang terbuat dari bahan yang berbeda dan ukuran diameter yang berbeda. Pipa bagian dalam terbuat dari tembaga dengan diameter dalam 17,2 mm dan diameter luar 19 mm. Pipa bagian luar terbuat dari besi galvanis ( *galvanized iron pipe* ) dengan diameter dalam 108,3 mm dan diameter luar 114,3 mm, Panjang dari kedua pipa tersebut adalah 1,6 m. Pipa bagian dalam akan dialirkan fluida berupa uap air, sedangkan untuk pendingin dari uap tersebut adalah air (H<sub>2</sub>O) yang akan mengalir pada pipa bagian dalam.

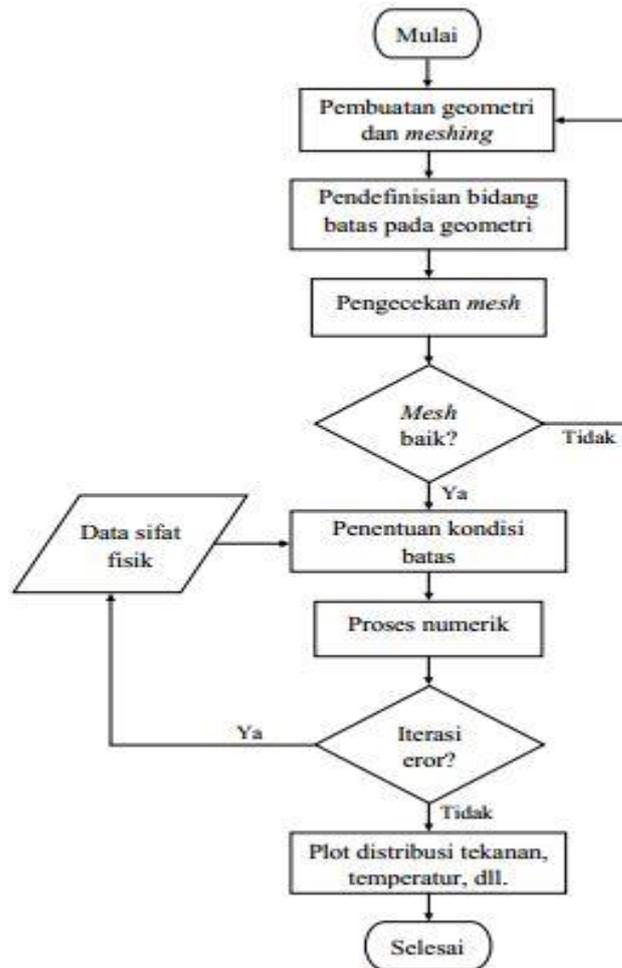
#### **3.1. Perangkat penelitian**

Penelitian ini menggunakan perangkat sebagai berikut:

1. Laptop asus X550z : dengan Prosesor AMD A10 – 7400P Radeon R6, 10 Compute cores 4C+6G 2,50 GHz dengan RAM 4.00 GB, HDD 1TB type 64-bit.
2. Aplikasi CFD ANSYS 15.0

#### **3.2. Diagram Alir Penelitian**

Pengaplikasian metode CFD digunakan antara lain kemampuannya untuk memperoleh parameter-parameter pengujian tanpa harus melakukan secara aktual. Secara umum proses simulasi CFD dibagi menjadi tiga tahapan yaitu Pre-Processing, Processing, dan Post-Processing.



**Gambar 3.1.** Diagram alir proses simulasi menggunakan Ansys FLUENT® 15

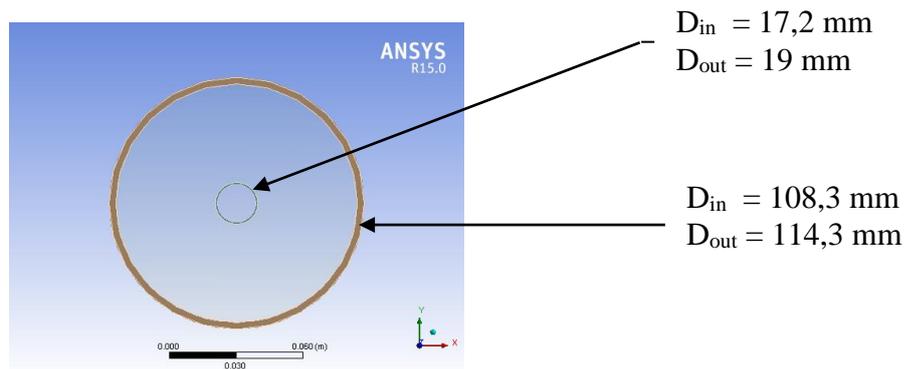
### 3.2.1. Pre-Processing

Pre-Processing adalah tahap awal yang perlu dilakukan sebelum melakukan simulasi CFD seperti membuat geometri, *meshing*, mendefinisikan bidang batas pada geometri, dan melakukan pengecekan *mesh*.

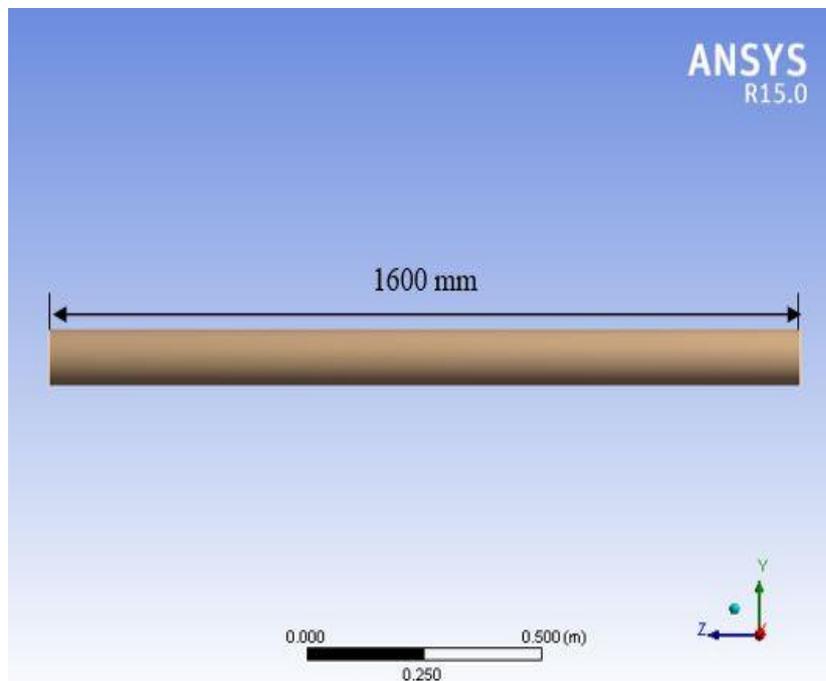
#### a. Membuat Geometri

Pada dasarnya, dalam proses membuat geometri untuk simulasi pada ANSYS FLUENT®, selain menggunakan aplikasi ANSYS dapat dilakukan juga dengan aplikasi lain seperti Gambit, Solidwork, Autocad, dan lain sebagainya yang selanjutnya di impor ke aplikasi ANSYS FLUENT®.

Pada penelitian ini, geometri dibuat menggunakan aplikasi ANSYS FLUENT<sup>®</sup> dikarenakan lebih mudah dalam proses pembuatan desain. Geometri dalam penelitian ini berupa pipa anulus ganda dengan pipa dalam menggunakan material tembaga dan pipa luar menggunakan material besi galvanis dengan spesifikasi seperti gambar berikut :



**Gambar 3.2.** Pipa Anulus Ganda (Tampak depan)



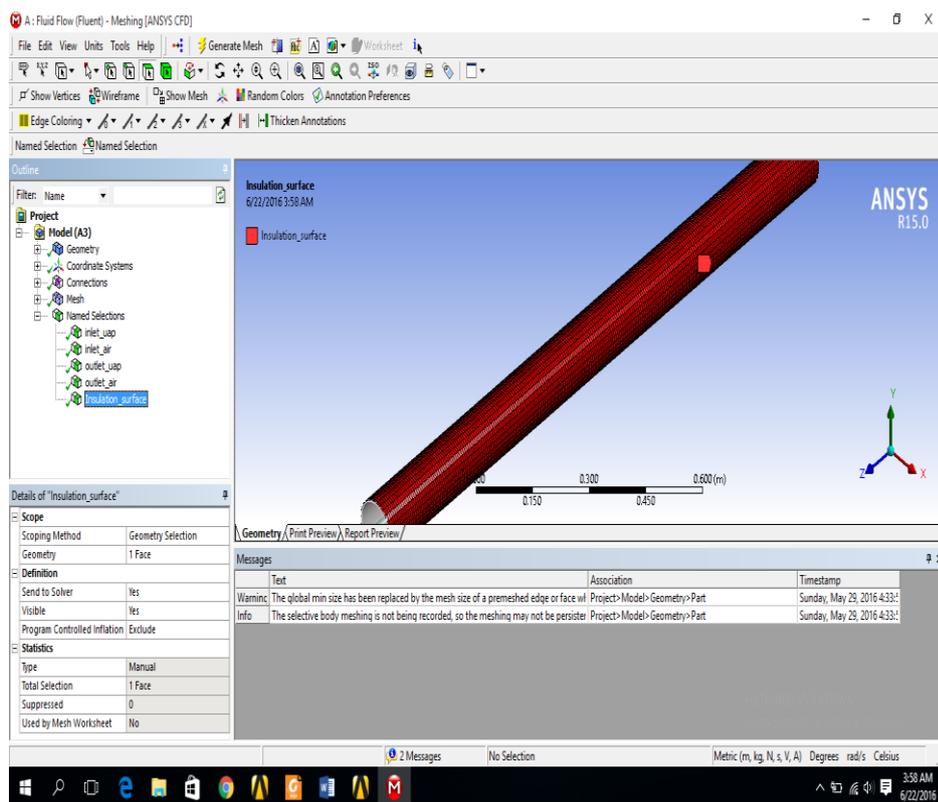
**Gambar 3.3.** Pipa Anulus Ganda (Tampak samping)

## b. Meshing

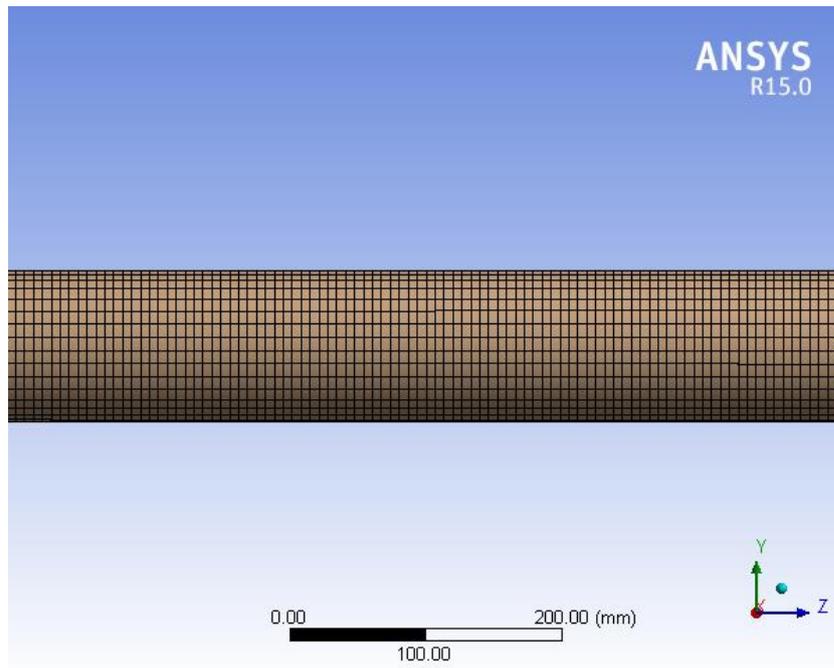
Dalam proses ini geometri dibagi menjadi bagian-bagian kecil. Ukuran *mesh* yang terdapat pada suatu obyek akan mempengaruhi ketelitian analisis CFD yang akan dilakukan. Semakin kecil ukuran *mesh* pada suatu obyek, maka hasil yang akan didapatkan semakin teliti.

Pada penelitian ini, *mesh* yang digunakan adalah jenis Quadrilateral karena cenderung lebih terstruktur. Kemudian, pada sisi dekat dinding pipa *mesh* diperdetail dengan *inflation*.

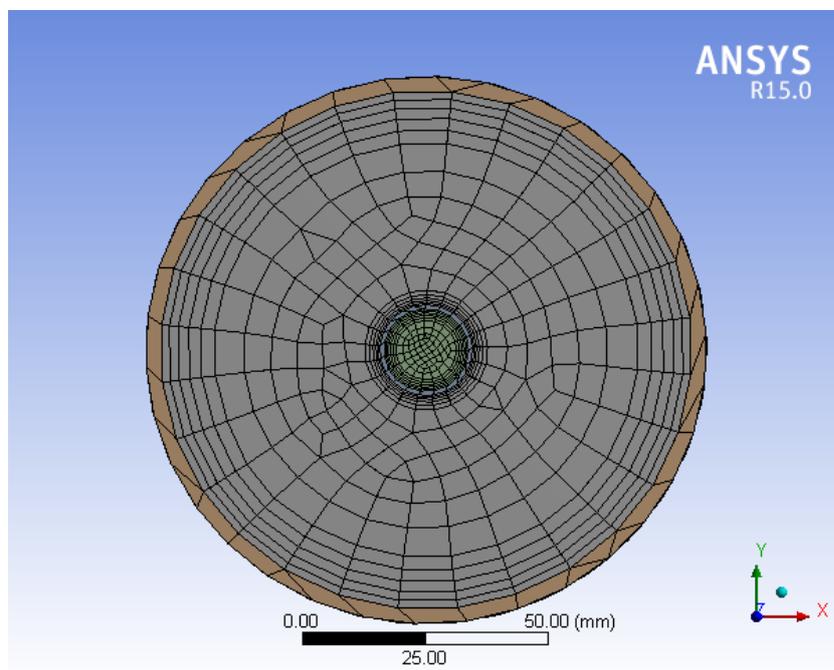
Setelah melakukan *meshing* dilanjutkan dengan pengidentifikasian bidang batas pada geometri *name selection*. Bidang yang diidentifikasi adalah inlet dan outlet pipa baik untuk uap dan air serta sisi luar pipa.



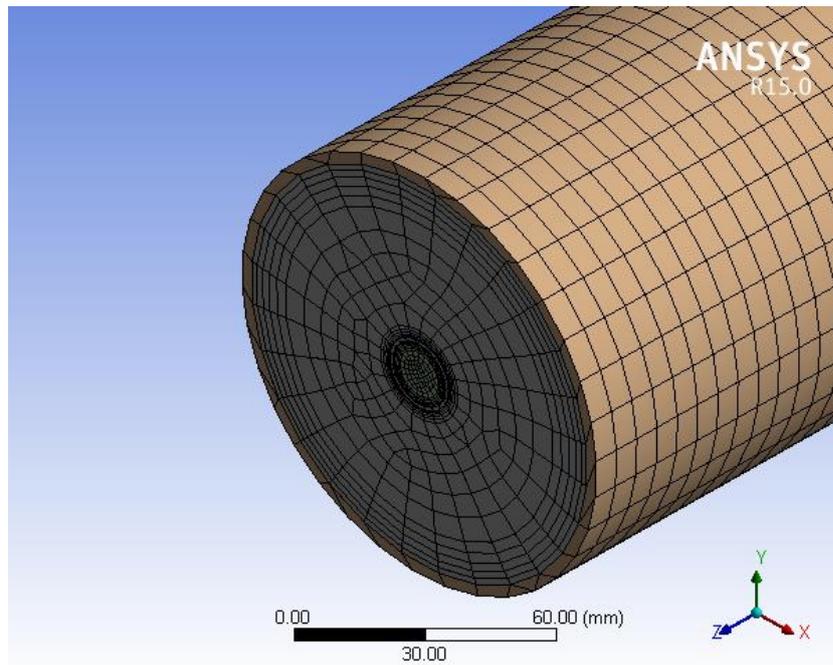
Gambar 3.4. Proses Name Selection



**Gambar 3.5.** Hasil Meshing (Tampak samping)



**Gambar 3.6.** Hasil Meshing (Tampak depan)



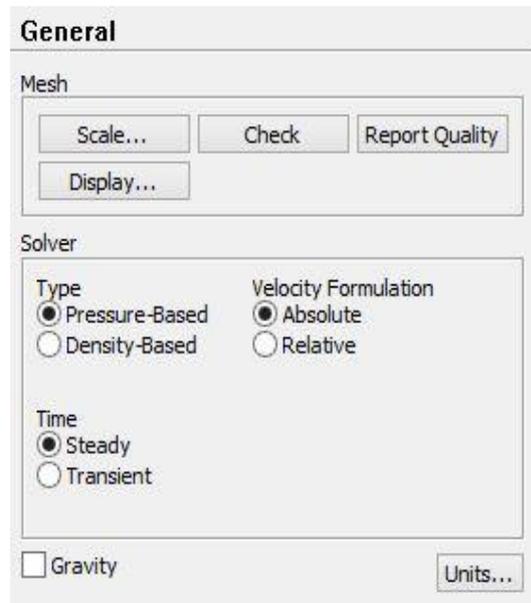
**Gambar 3.7.** Hasil Meshing

### **3.2.2. Processing**

Pada tahap ini ada banyak hal yang perlu dilakukan kaitannya dengan penentuan kondisi batas dalam sebuah simulasi CFD. Proses ini merupakan proses paling penting karena hampir semua parameter penelitian diproses dalam tahapan ini seperti: *models, materials, cell zone conditions, boundary conditions, mesh interfaces, dynamic mesh, reference values, solution methods, solution controls, solution initialization, calculation activities*, dan yang terakhir *run calculation*.

#### **a. General**

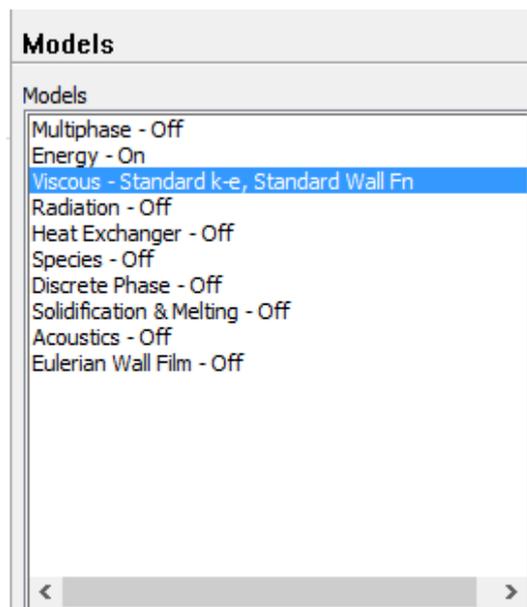
Simulasi ini menggunakan metode solusi berdasarkan tekanan. Kemudian untuk *velocity formulation* menggunakan *absolute*. Aliran dalam sistem ini bersifat *steady*.



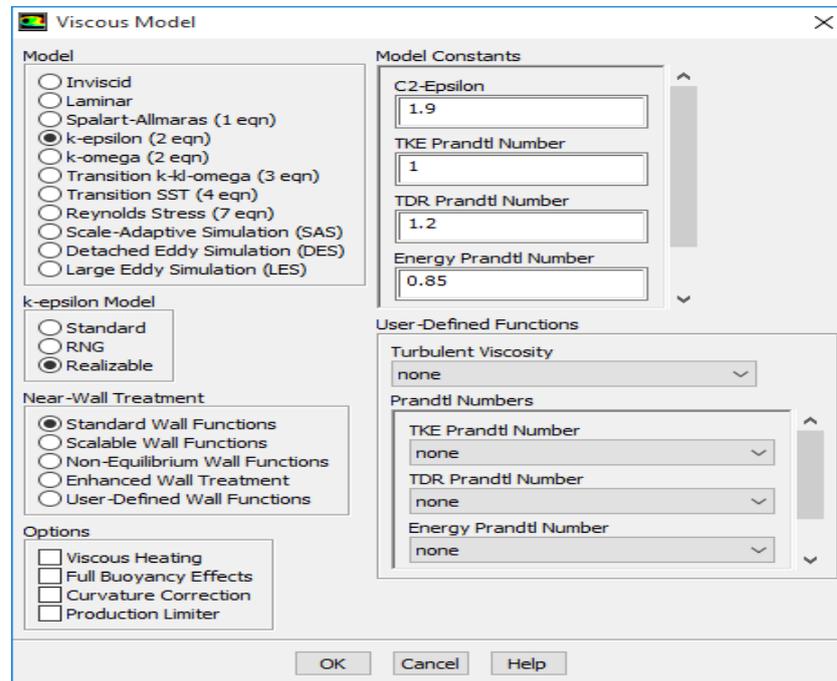
**Gambar 3.8.** *User Interface General menu*

b. Models

Pada tahap ini *energy* diseting on karena dalam simulasi ini memerlukan *energy* dalam prosesnya. selanjutnya *viscous* diseting *k-epsilon* dan memakai *model Realizable*. dalam simulasi ini, *k-epsilon realizable* dipilih karena memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan metode *k-epsilon standard* atau *k-epsilon RNG*.



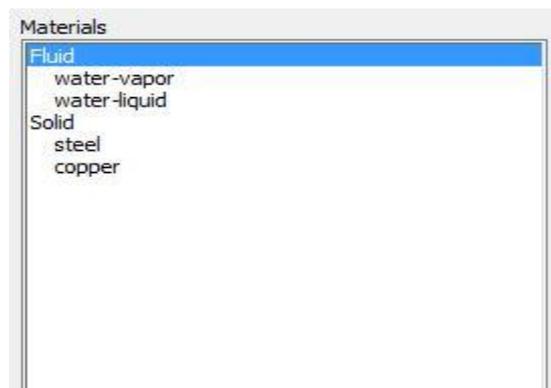
**Gambar 3.9.** *User Interface Menu Models*



**Gambar 3.10.** Menu *Models viscous*

c. Materials

Material yang digunakan dalam simulasi ini terbagi kedalam dua jenis, yaitu solid dan fluid. Material solid yang digunakan adalah *galvanize steel* dan *copper* sedangkan untuk fluidanya menggunakan *liquid* dan *vapor*.

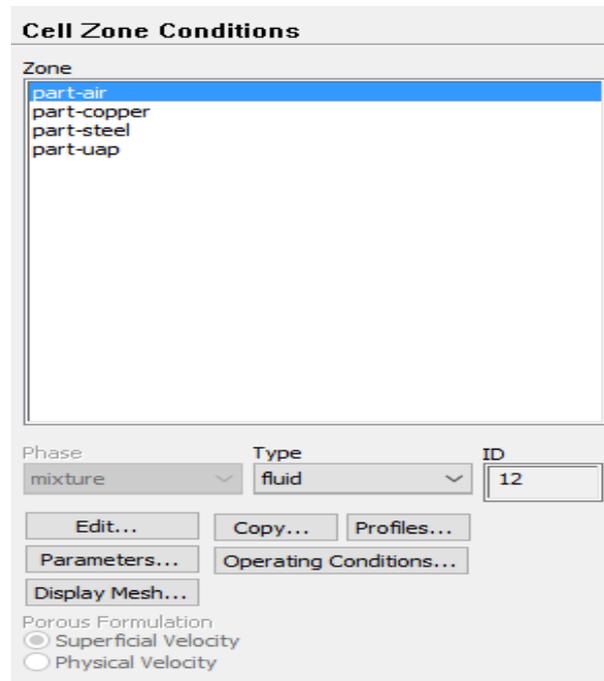


**Gambar 3.11.** User Interface Menu *Materials*

d. Cell Zone Conditions

Cell Zone Conditions berisi daftar zona sel yang dibutuhkan. Pada tahapan ini masing-masing zone diberinama dan jenis materialnya. Untuk Proses

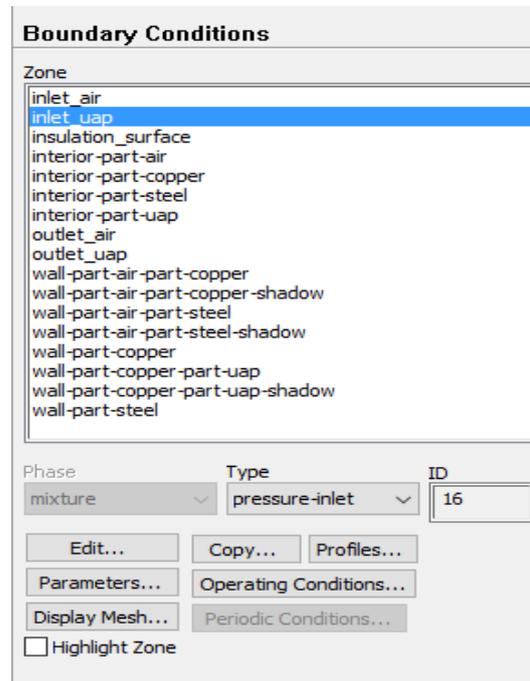
Formulation yang berisi opsi untuk mengatur kecepatan simulasi diseting *default* dengan memilih *Superficial Velocity*.



**Gambar 3.12.** User Interface Menu Cell Zone Condition

e. Boundary Conditions

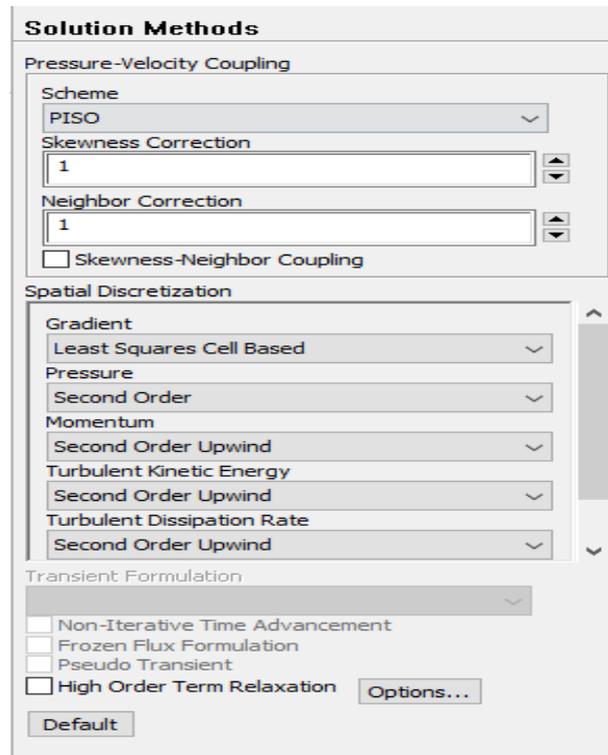
Tahap ini merupakan proses untuk memberikan kondisi batas berupa data yang dibutuhkan pada simulasi ini. Data yang dimasukkan adalah data tekanan serta temperatur uap air pada *inlet* dan *outlet*. Untuk data terkait air, pada *inlet* menggunakan dua laju aliran massa disamping data temperturnya. Untuk outlet air sama dengan uap air data yang dimasukkan adalah tekanan dan temperturnya.



**Gambar 3.13.** *User Interface Menu Boundary Condition*

f. Solution Methods

Simulasi ini menggunakan skema PISO, persamaan yang digunakan untuk untuk *mesh* yang mengandung *cells* dengan *skewness* yang lebih tinggi dari rata-rata. Metode ini didasarkan pada tingkatan yang lebih tinggi dari hubungan pendekatan antara faktor koreksi tekanan dan kecepatan. Untuk meningkatkan efisiensi perhitungan, metode PISO menggunakan dua faktor koreksi tambahan, yaitu *neighbor correction* dan *skewness correction*. Pada *Spatial Discretization*, untuk *Gradient*-nya menggunakan *Least Squares Cell based*, *Pressure* menggunakan *Second Order*, dan untuk *Momentum*, *Turbulen Kinetic Energy*, *Turbulen Dissipation Rate*, dan *Energy* menggunakan *Second Order Upwind*.

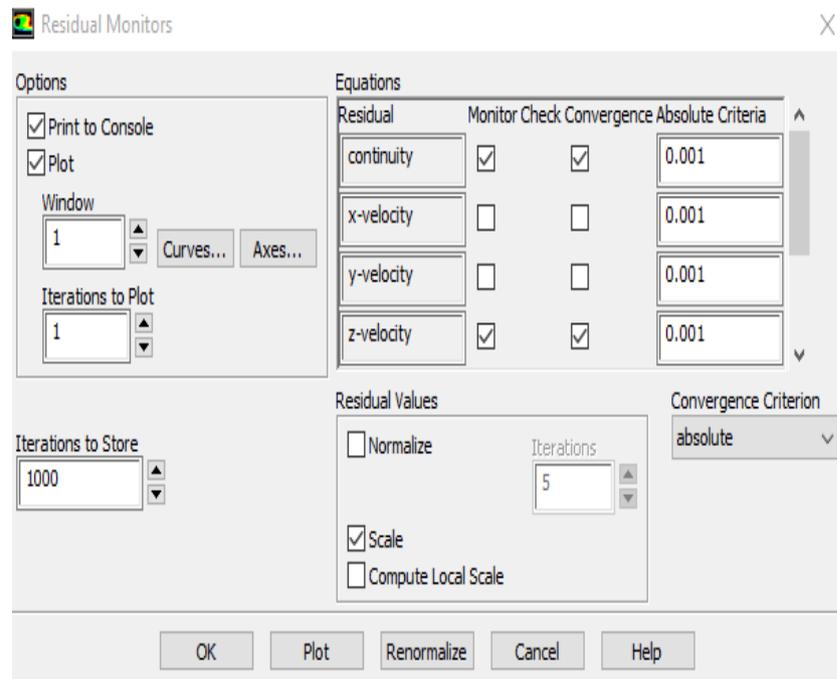


**Gambar 3.14.** *User Interface Solution Methods*

g. Monitors

Pada tahap ini akan diatur parameter yang digunakan untuk memantau konvergensi secara dinamis. Pada dasarnya konvergensi dapat ditentukan dengan merubah parameter pada residual, statistik, nilai gaya, dll.

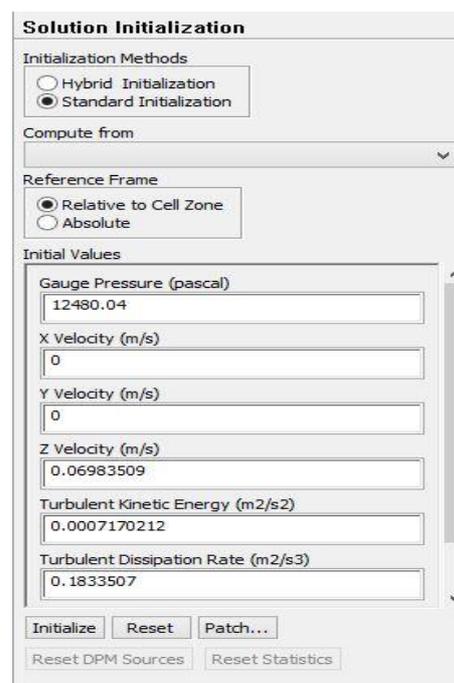
Pada kasus ini *equations* pada *residual monitors* disetting sesuai kebutuhan yaitu akan menampilkan *continuity*, *z-velocity*, *energy*, *k-epsilon*, dan *do-intensity*.



**Gambar 3.15.** Tampilan Menu *Residual Monitor*

#### h. Solution Initialization

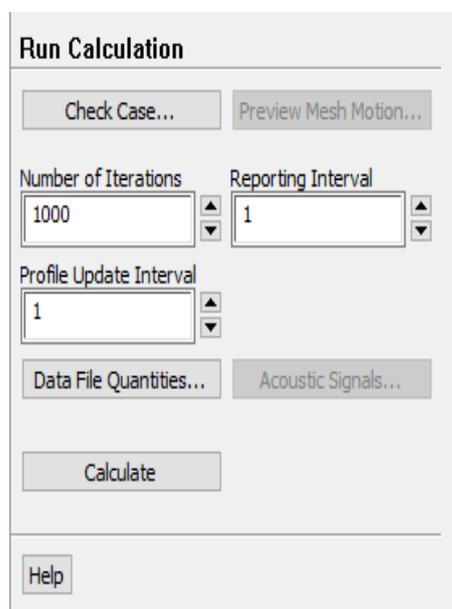
*Initialization methods* yang digunakan adalah *standart initialization* dengan *reference frame* menggunakan *relatife to cell zone*



**Gambar 3.16.** Toolbar *Solution Inilization*

i. Run Calculation

Pada proses ini akan dilakukan iterasi hingga terjadi *konvergensi*. *Number of iterations* adalah batasan iterasi yang ditentukan, sedangkan *konvergensi* tidak terpaku oleh jumlah data *number of iterations* yang kita masukkan. *Konvergensi* dipengaruhi oleh ketepatan dalam menentukan metode yang digunakan dalam simulasi ini.



**Gambar 3.17.** Toolbar *Run Calculation*

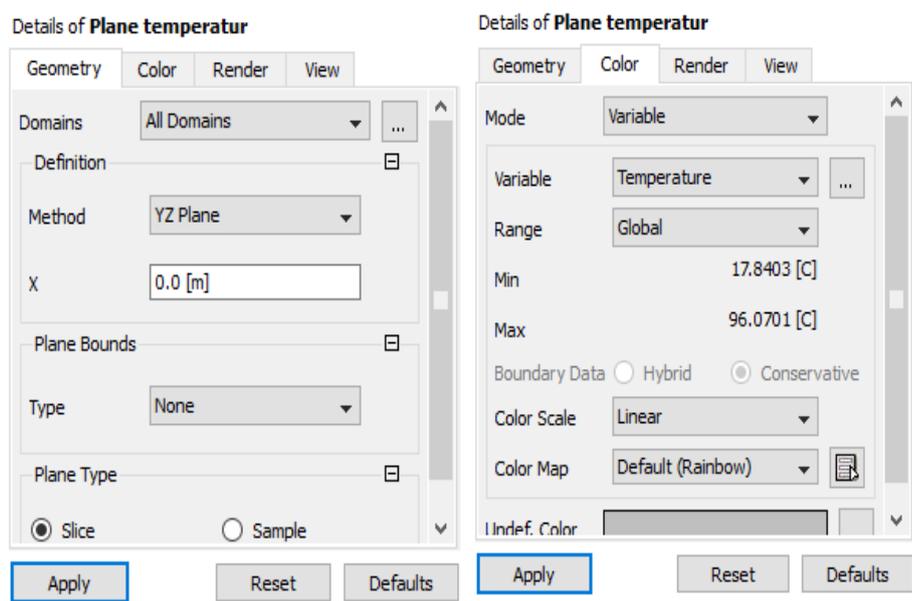
### 3.2.3. Post-Processing

Post-processing adalah langkah terakhir dalam analisa CFD. Tahapan akhir yang merupakan hasil perhitungan diinterpretasikan ke dalam gambar, grafik bahkan animasi dengan pola warna tertentu. Pada kasus penelitian ini, hasil yang dibutuhkan adalah contour temperature hasil dari kondensasi uap.

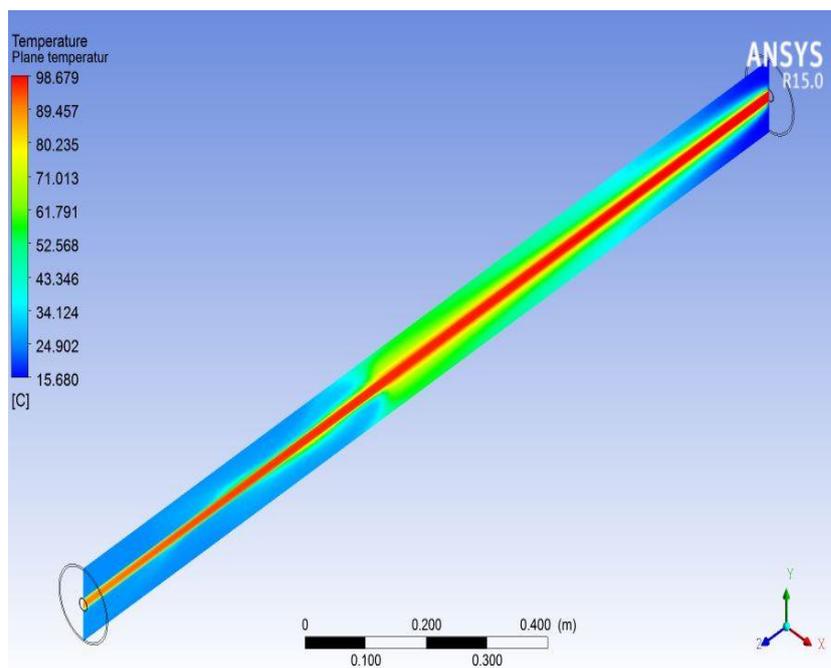
Ada 3 tahapan yang harus dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi yang berupa pola aliran serta distribusi temperatur.

a. Plane

Plane ditampilkan dalam bentuk dua dimensi. Area tampilan dapat ditentukan berdasarkan sumbu kordinat geometri.

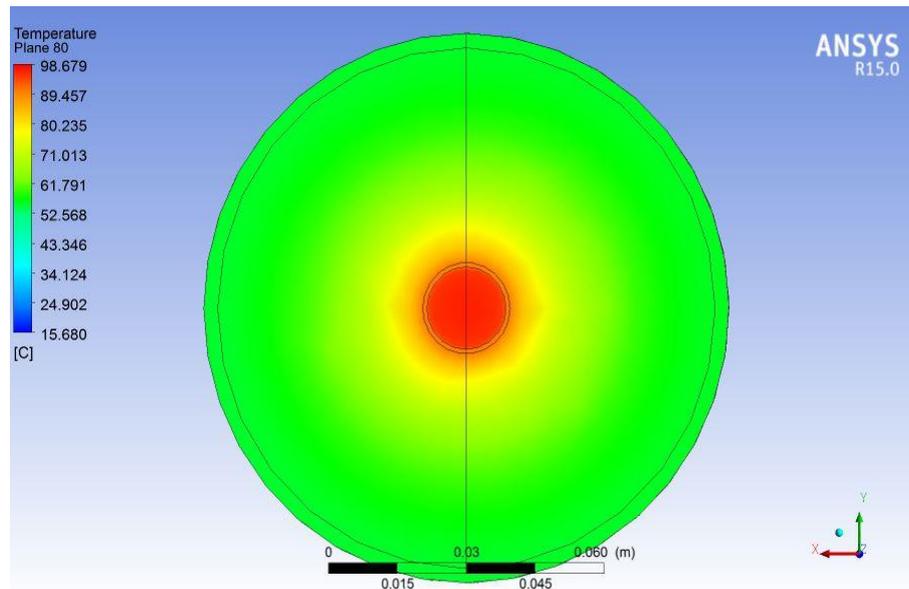


**Gambar 3.18.** Toolbar Plane



**Gambar 3.19.** Tampilan YZ Plane

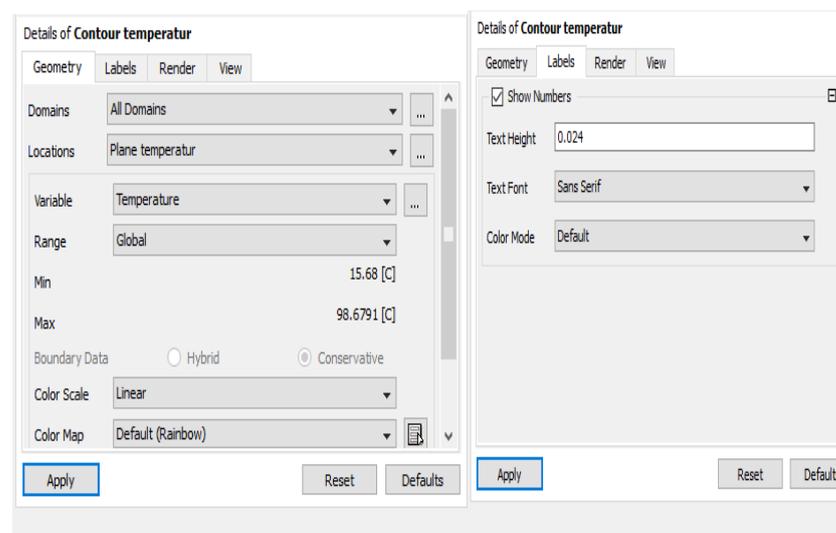
Dalam penelitian ini selain menentukan area koordinat YZ juga menentukan koordinat XY untuk mengetahui area tampilan hasil pada tiap titik di sepanjang sumbu Z pipa anulus ganda ini.



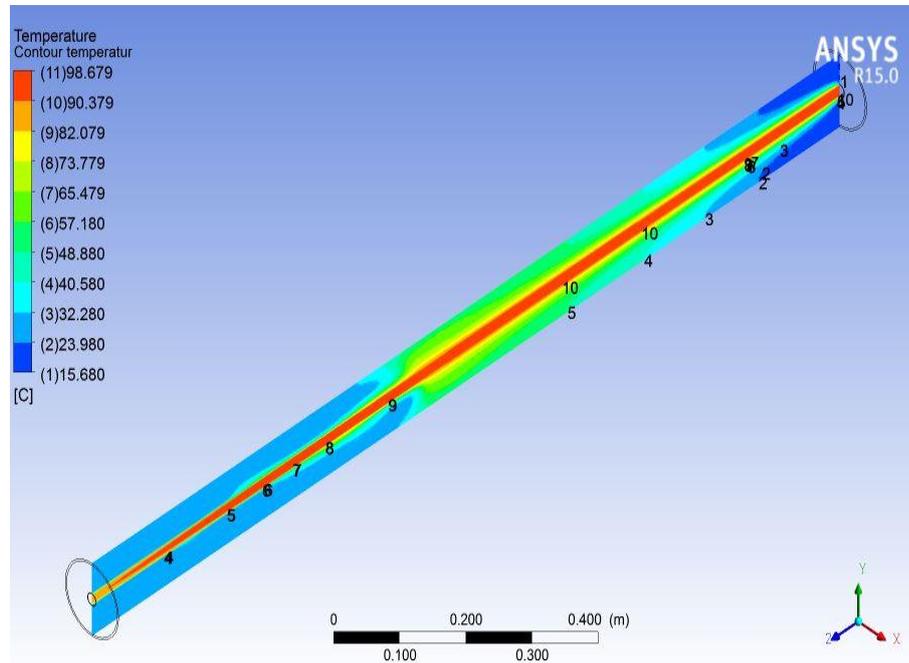
**Gambar 3.20.** Tampilan XY Plane Pada Titik Z di Koordinat 80 cm dari Inlet

b. Contour

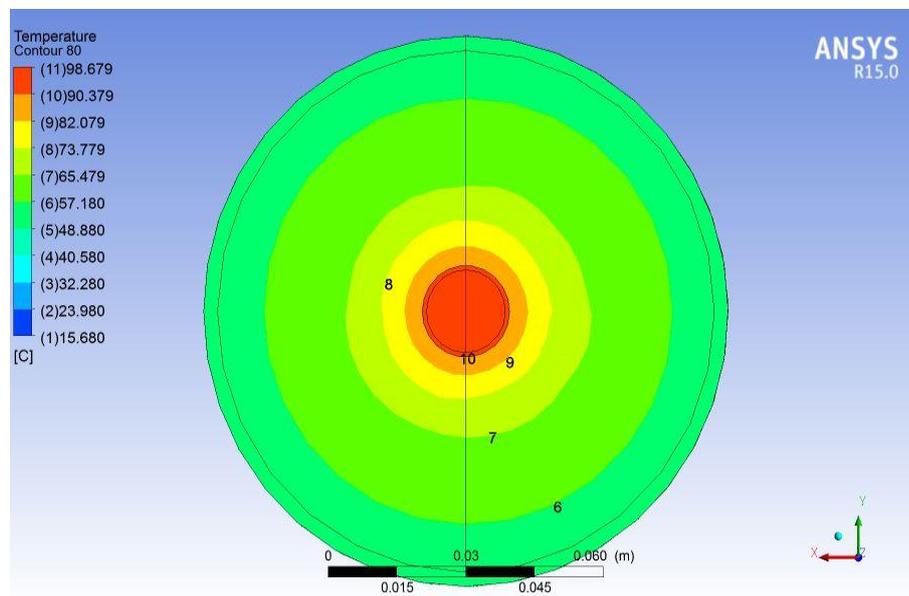
Dengan *contour* dapat diketahui dengan lebih detail terkait pola hasil dari simulasi berdasarkan variable yang dikehendaki pada setiap plane yang telah ditentukan sebelumnya. *Contour* dideskripsikan dengan warna dan angka untuk membaca temperatur pola aliran berdasarkan variable yang ditentukan.



**Gambar 3.21.** Toolbar Kontur



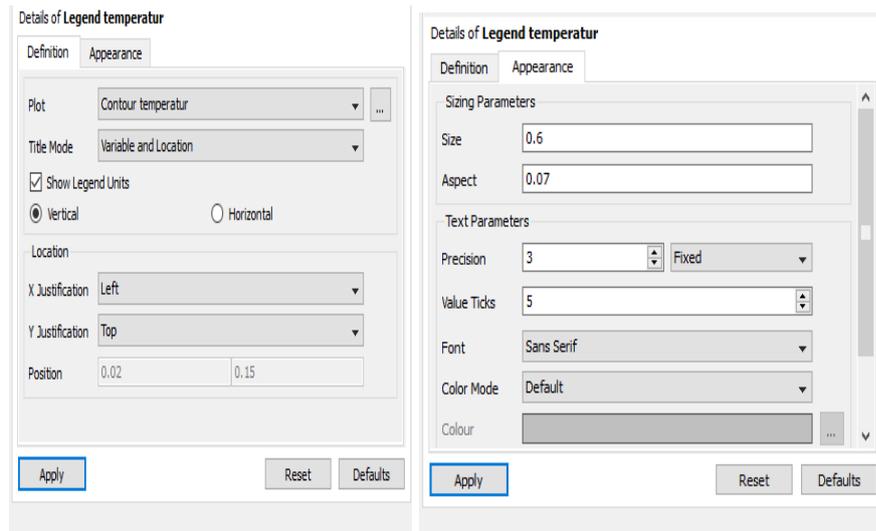
**Gambar 3.22.** Tampilan YZ Contour



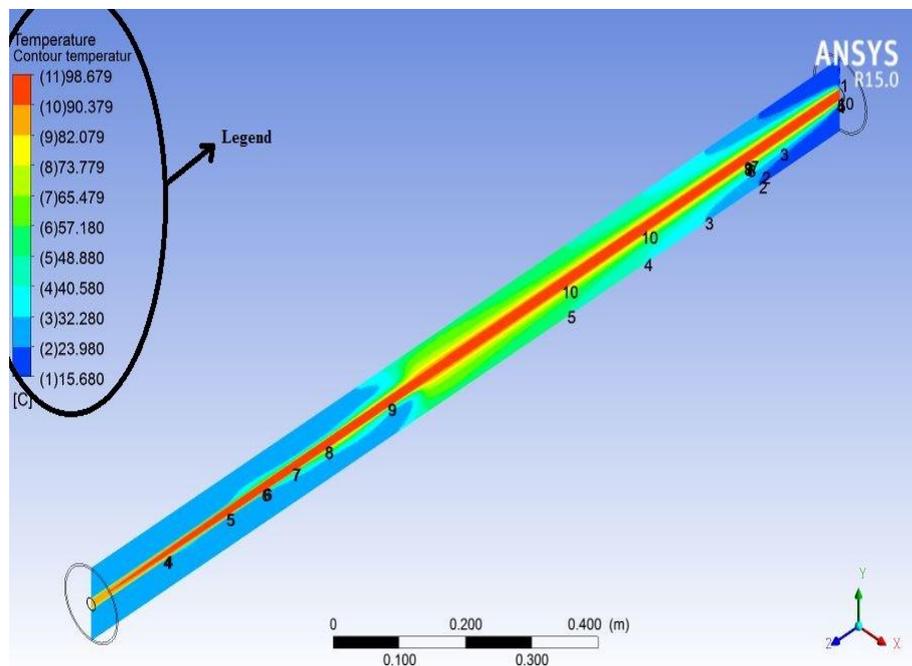
**Gambar 3.23.** Tampilan XY Contour Pada Titik Koordinat 80 cm dari Inlet

### c. Legend

Setelah menentukan area tampilan dan pola aliran berdasarkan warna dari simulasi dengan plane dan countour, tahap selanjutnya adalah menentukan dimensi untuk membaca warna pola dengan menggunakan legend.



**Gambar 3.24.** Toolbar Legend



**Gambar 3.25.** Legend Temperatur