

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat Penelitian

Pada Penelitian ini dilakukan secara numerik dengan metode *Computer Fluid Dynamic* (CFD) menggunakan *software Ansys Fluent* versi 15.0. dengan menggunakan perangkat laptop Compac Presario CQ40 dengan spesifikasi prosesor Intel® Pentium® Inside™, RAM 1 GB, penyimpanan 250 GB. Pada simulasi ini menggunakan model *Volume Of Fluid* (VOF), dengan jenis aliran turbulen RNG k-ε, dan kondisi *transient*. Geometri yang digunakan adalah bentuk geometri pipa horisontal berdiameter dalam 19 mm dan panjang 1000 mm. Simulasi ini menggunakan fluida air dan udara, dengan variasi kecepatan superfisial udara (JG) dan kecepatan superfisial air (JL).

3.1.1 Prosedur Penggunaan Software Ansys 15.0

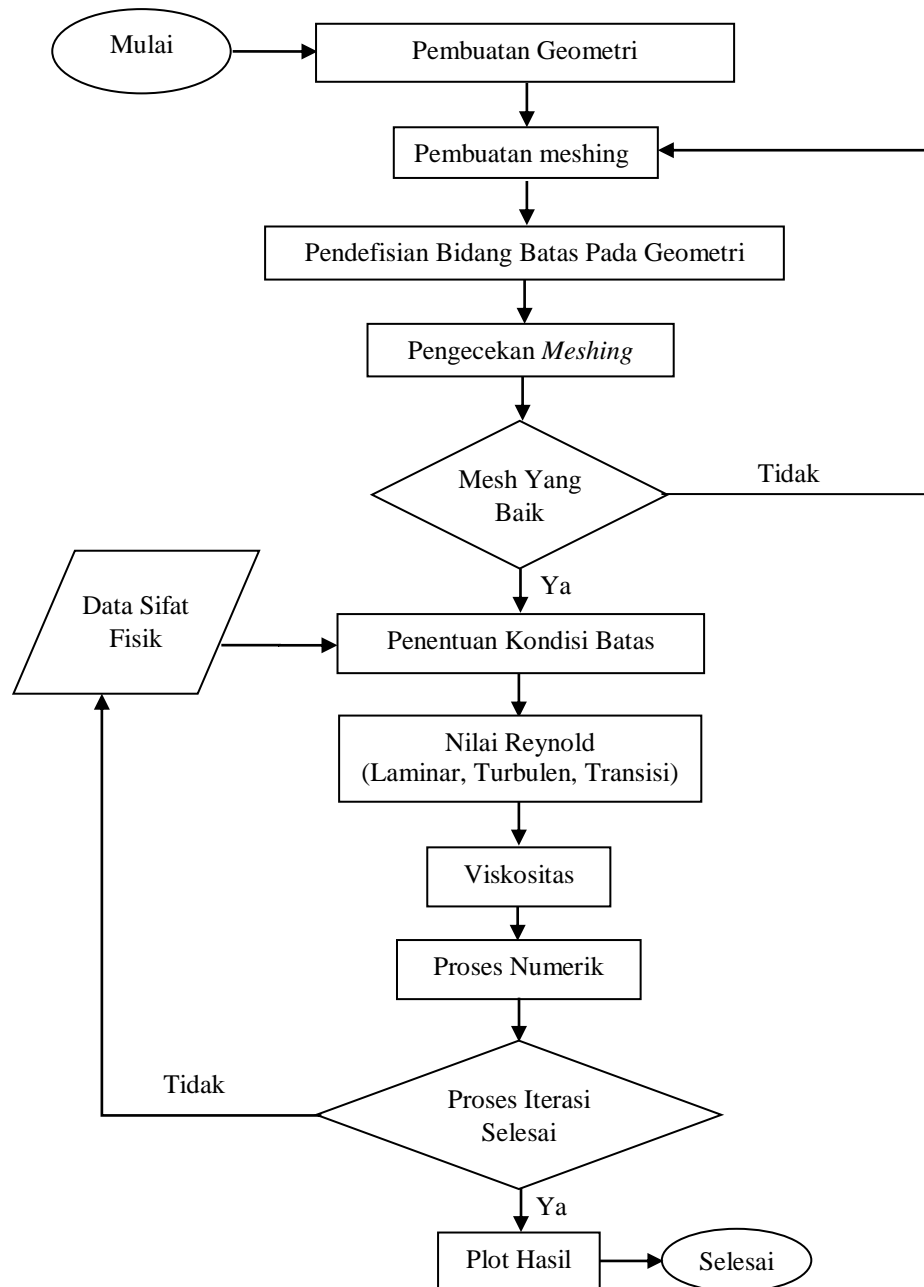
Langkah-langkah umum untuk menyelesaikan analisis CFD pada Fluent adalah sebagai berikut :

- a. Membuat geometri dan *mesh* pada model
- b. Memilih *solver* yang tepat untuk model tersebut (2D atau 3D)
- c. Mengimpor *mesh* model
- d. Melakukan pemeriksaan pada *mesh* model
- e. Memilih formulasi *solver*
- f. Memilih persamaan dasar yang akan dipakai dalam analisis
- g. Menentukan sifat material yang akan dipakai
- h. Menentukan kondisi batas
- i. Mengatur parameter control solusi
- j. *Initialize the flow field*
- k. Melakukan perhitungan / iterasi
- l. Memeriksa hasil iterasi
- m. Menyimpan hasil iterasi

n. Jikaperlu, memperhalus *grid* kemudian dilakukan iterasi ulang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

3.1.2 Diagram Alir Simulasi

Simulasi dilakukan dengan prosedur yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Simulasi CFD Menggunakan *Software Ansys Fluent*

3.2 Proses Simulasi CFD

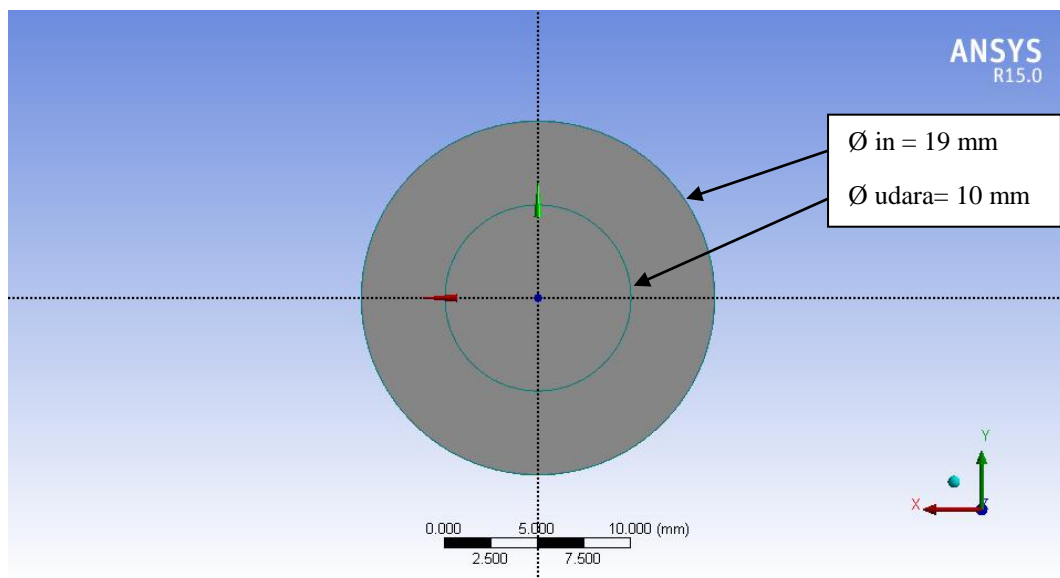
Padadasarnya proses simulasi CFD dibagi menjadi 3 proses, yaitu *Pre-Processing*, *Processing* dan *Post-Processing*.

3.2.1 Pre-Processing

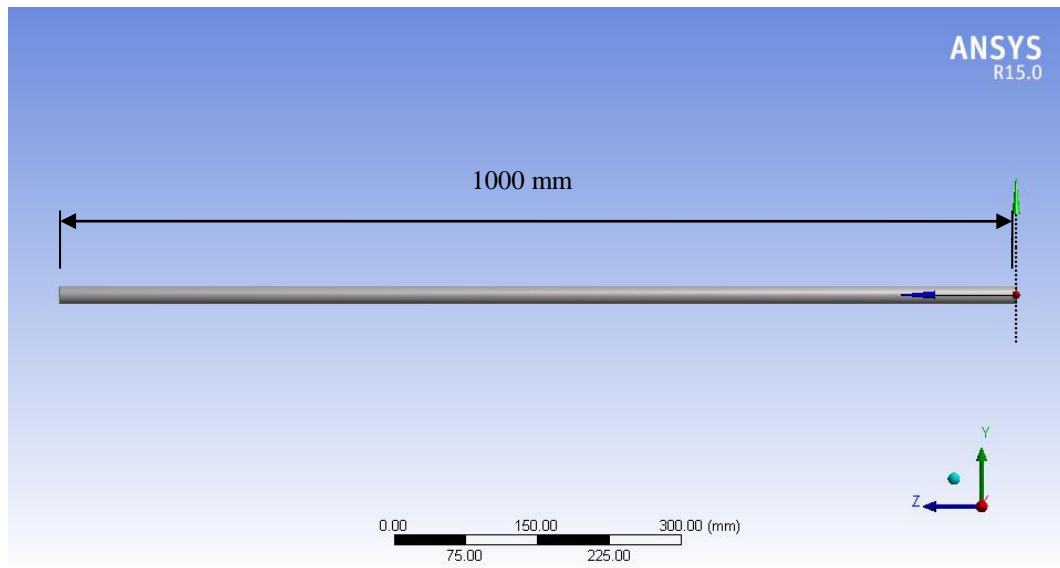
Pre-Processing adalah proses awal dalam melakukan simulasi CFD yang perlu dilakukan, seperti membuat geometri, *meshing*, pendefinisian bidang batas pada geometri dan melakukan pengecekan *mesh*.

a. Membuat Geometri

Selain menggunakan aplikasi simulasi Ansys Fluent, proses pembuatan geometri juga dapat dilakukan dengan aplikasi *solidwork*, *autocad*, *gambit*, dan lain sebagainya, selanjutnya di impor ke aplikasi Ansys Fluent. Geometri dalam penelitian ini menggunakan pipa anulus berbahan *acrylic* dengan diameter luar pipa sebesar 25,4 mm, diameter dalam pipa sebesar 19 mm dan panjang 1000 mm, dengan diameter saluran masuk udara sebesar 10 mm, besarnya diameter saluran masuk udara akan mempengaruhi pola aliran yang terjadi di dalam pipa.



Gambar 3.2. Hasil Geometri (tampak depan)

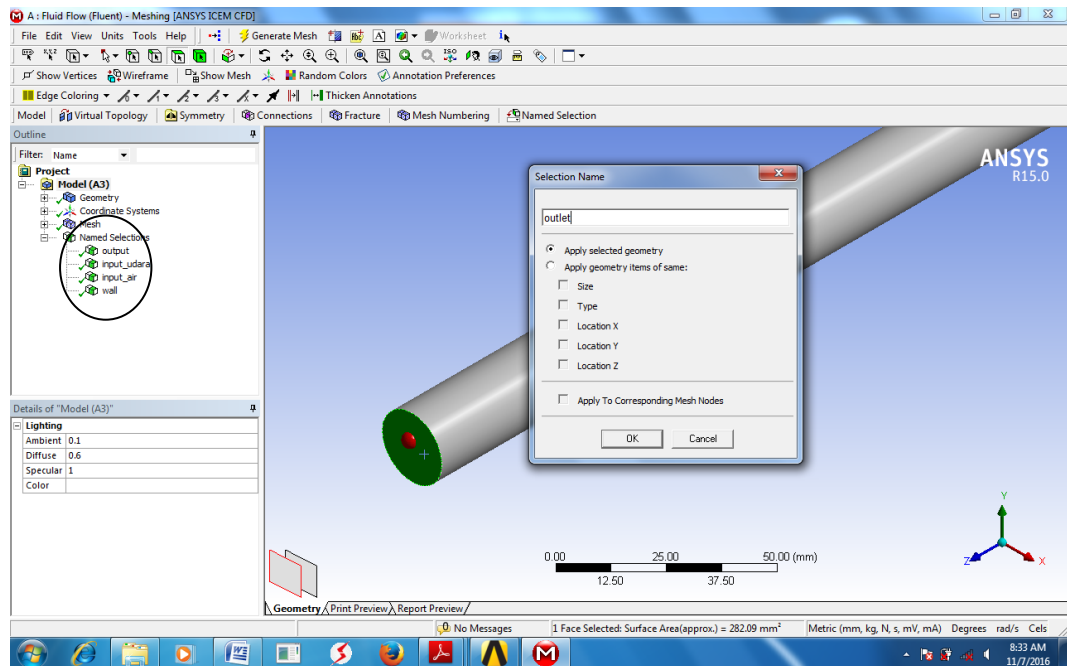


Gambar 3.3. Hasil Geometri (tampak samping)

b. Membuat *Mesh*

Setelah geometri dibuat, proses selanjutnya yaitu *meshing* (membagi volume menjadi bagian-bagian kecil) agar dapat dianalisa pada program CFD. Ukuran *mesh* yang terdapat pada suatu obyek akan mempengaruhi ketelitian dan daya komputasi analisis CFD. Semakin kecil *mesh* yang dibuat, maka hasil yang didapatkan akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya komputasi yang besar.

Konsep pembuatan *mesh* mirip dengan membuat geometri. Proses *meshing* dilakukan dengan menekan tombol perintah *mesh* volume yang ada pada *operation toolpad*. Pertama volume yang diinginkan harus dipilih terlebih dahulu. Kemudian, bentuk yang diinginkan dapat dipilih pada tombol jenis elemen dan tipenya, harus ditentukan juga ukuran dari *mesh* yang diinginkan. Terakhir, melakukan proses *name selection*, yaitu pemberian nama pada bidang yang telah di-*mesh* sesuai dengan fungsinya. Bidang yang diidentifikasi dalam proses *name selection* adalah *inlet* dan *outlet* pipa baik untuk udara maupun air. Pada penelitian ini menggunakan 2 *inlet*, yaitu *inlet* air dan *inlet* udara, dan menggunakan 1 *outlet* agar fluida air dan fluida udara dapat tercampur di dalam pipa dan dapat membentuk pola aliran.

Gambar 3.4. Proses *Name Selection*

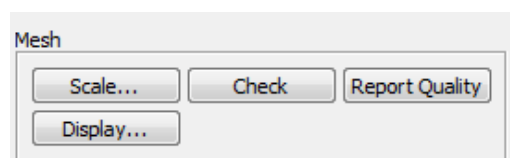
c. Memeriksa Kualitas *Mesh*

Setelah *mesh* dibuat, selanjutnya memeriksa kualitas mesh, kualitas mesh yang baik dapat dilihat dari orthogonalnya, orthogonal yang rendah sangat tidak direkomendasikan, semakin besar *orthogonal quality* maka *mesh* semakin baik,

Orthogonal Quality mesh metrics spectrum

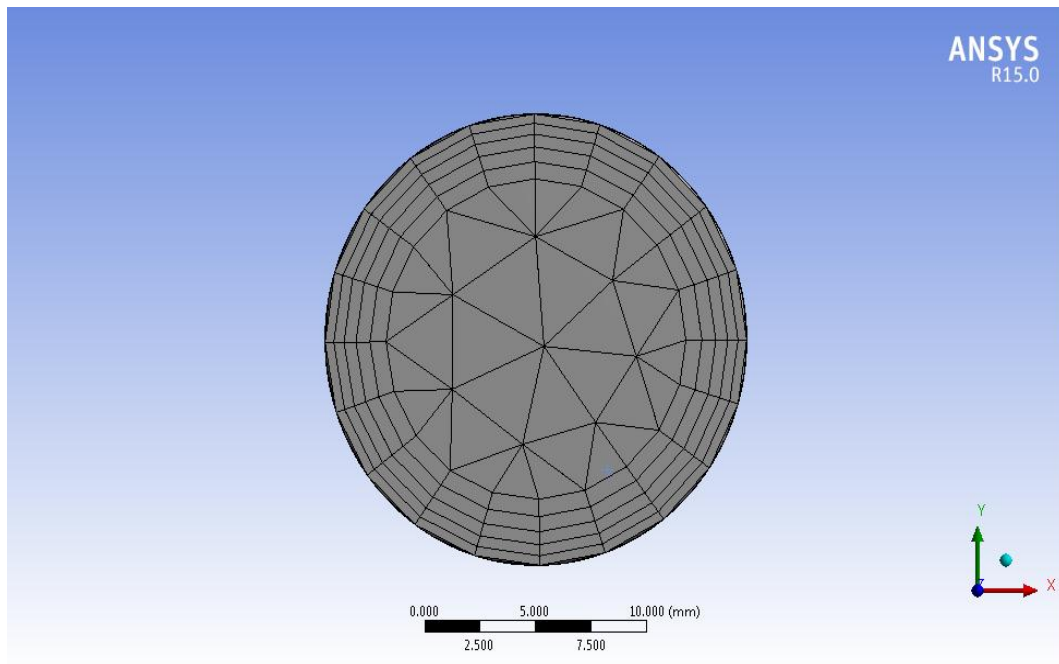
Unacceptable	Bad	Acceptable	Good	Very good	Excellent
0-0.001	0.001-0.14	0.15-0.20	0.20-0.69	0.70-0.95	0.95-1.00

© 2012 ANSYS, Inc. March 27, 2014 14 Release 14.5

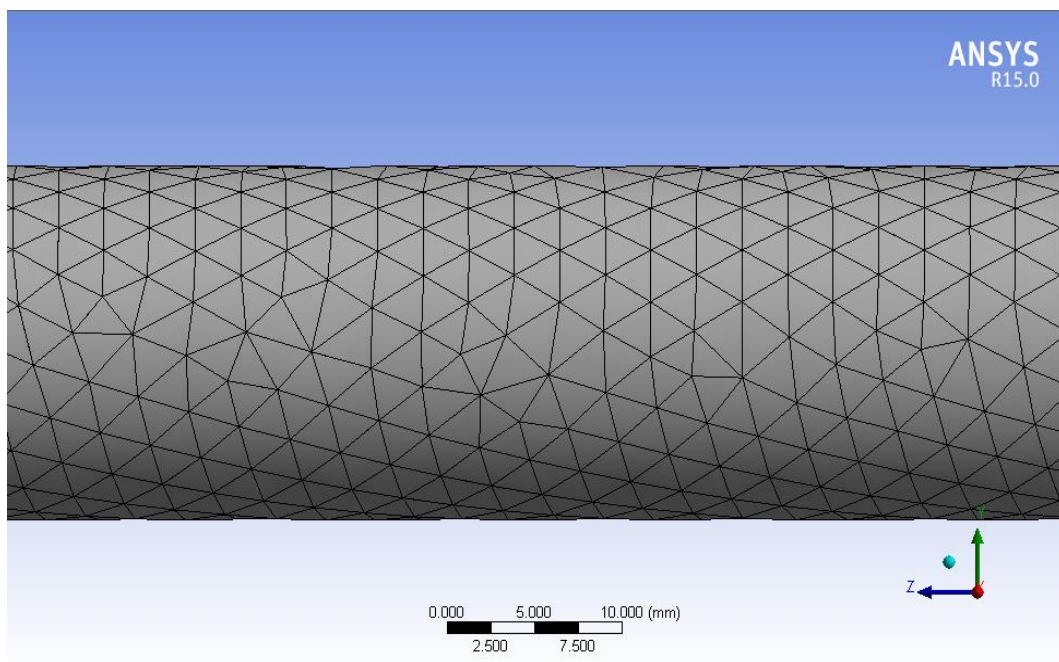
Gambar 3.5 *Orthogonal Quality (Ansys Fluent User's Guide)*

Mesh Quality:
 Orthogonal Quality ranges from 0 to 1, where values close to 0 correspond to low quality.
 Minimum Orthogonal Quality = 1.58183e-01
 Maximum Aspect Ratio = 2.09733e+01

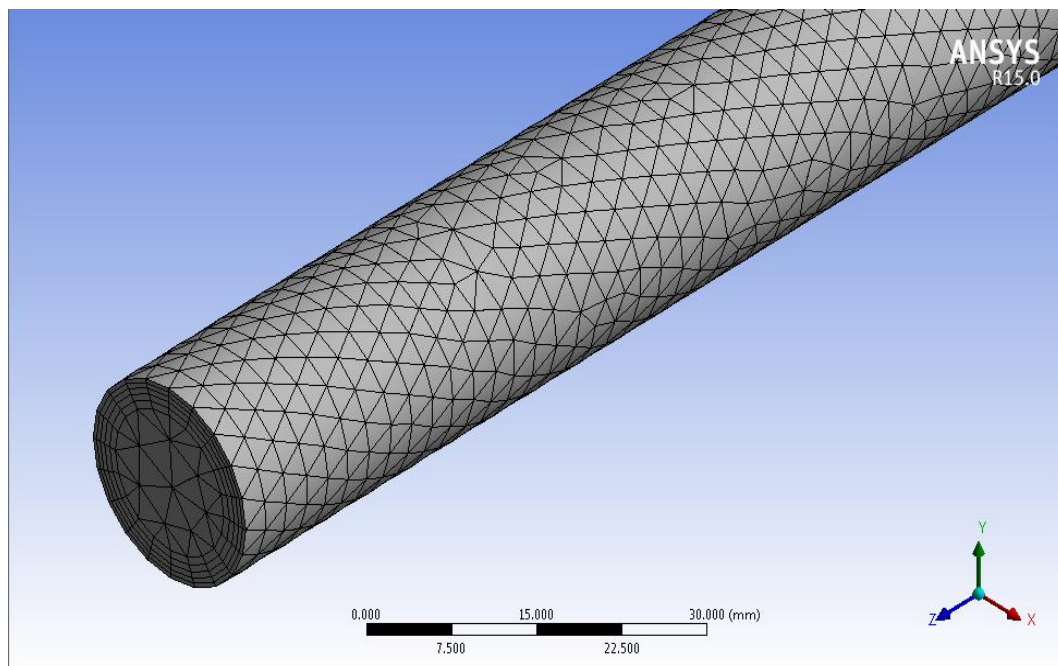
Gambar 3.6 *Report Mesh Quality*



Gambar 3.7. Hasil *Meshing* (tampak depan)



Gambar 3.8. Hasil *Meshing* (tampak samping)



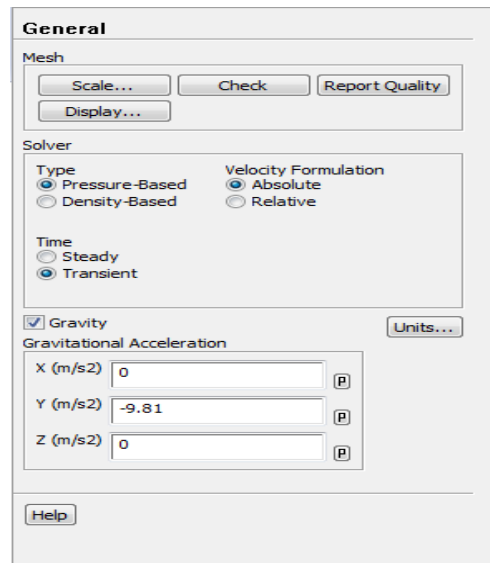
Gambar 3.9. Hasil *Meshing*

3.2.2 *Processing*

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

a. *General*

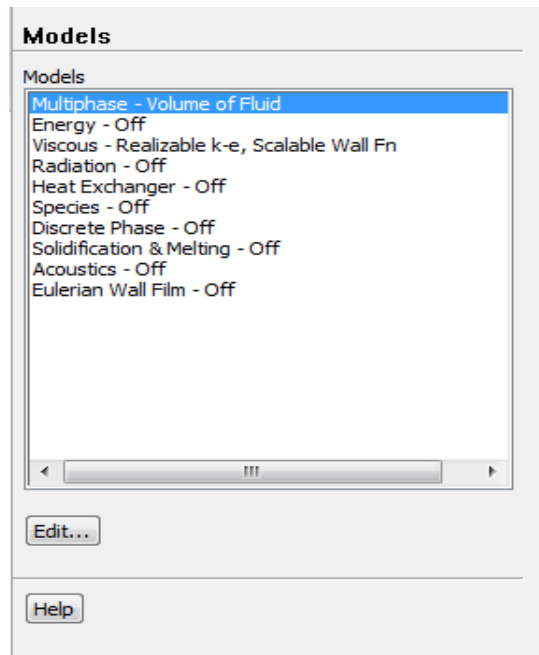
Pada tahap ini menggunakan metode solusi *default* berdasarkan tekanan. Kemudian untuk *velocity formulation* menggunakan *absolute*. Aliran ini bersifat *transient* sehingga menggunakan waktu pada iterasinya.



Gambar 3.10. Tampilan Menu *General*

b. Models

Pada tahap ini *energy* disetting *off* karena pada simulasi ini tidak memerlukan penghitungan energi dalam prosesnya. Selanjutnya untuk *viscous* disetting menggunakan *k-epsilon* dengan model *realizable*. Pada kasus simulasi ini, *Realizable k-epsilon* dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibanding metode *standard k-epsilon* ataupun *RNG k-epsilon*.



Gambar 3.11. Tampilan Menu *Models*

c. *Materials*

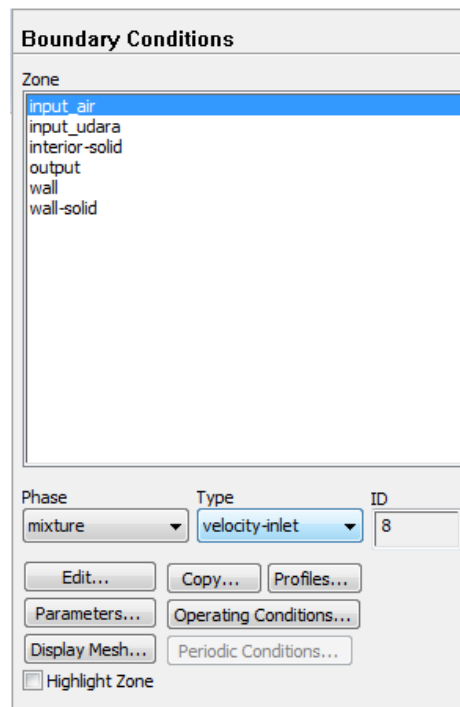
Simulasi ini menggunakan material *solid* dan *fluid*. Pada penelitian ini menggunakan fluida *water-liquid* dan *air*.

d. *Cell Zone Conditions*

Cell Zone Conditions berisi daftar zona sel yang dibutuhkan. Pada tahap ini masing-masing zona disesuaikan dengan nama dan jenis materialnya. Untuk *Porous Formulation* yang berisi opsi untuk mengatur kecepatan simulasi disetting *default* dengan memilih *Superficial Velocity*.

e. *Boundary Conditions*

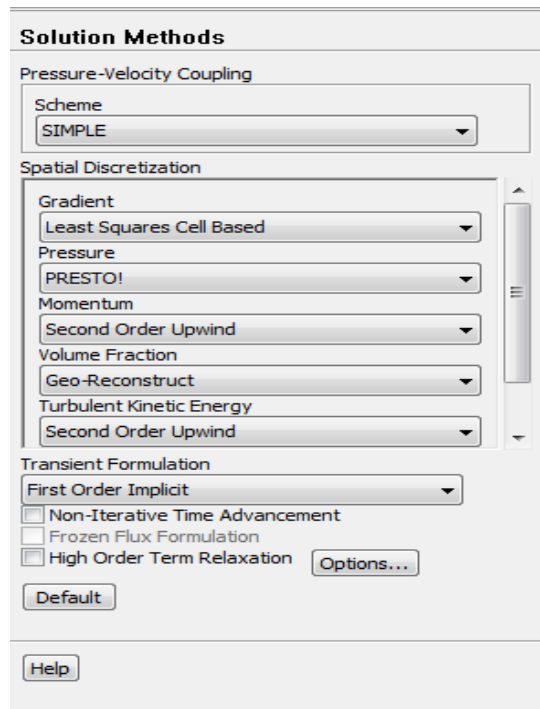
Pada tahap ini memberikan kondisi batas berupa data yang dibutuhkan pada simulasi ini. Data yang dimasukkan adalah *velocity inlet* serta *pressure outlet*. Pada *inlet* menggunakan data kecepatan superfisial air dan udara. Untuk *outlet* data yang dimasukkan adalah tekanan atmosfer.



Gambar 3.12. Tampilan Menu *Boundary Condition*

f. *Solution Methods*

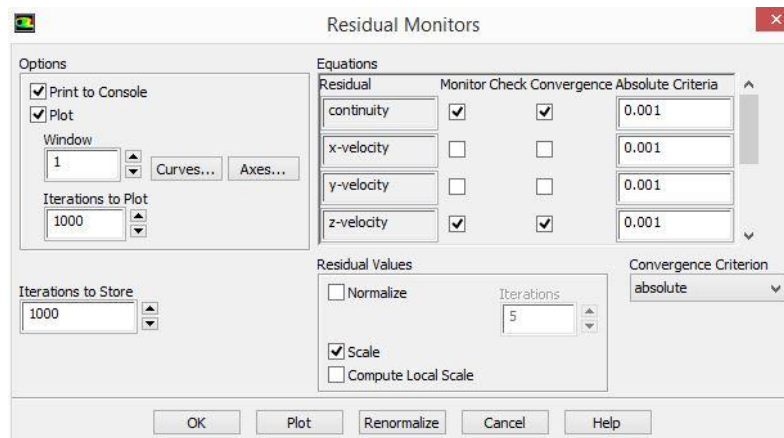
Simulasi ini menggunakan skema SIMPLE, persamaan yang digunakan untuk aliran *transient* atau untuk *mesh* yang mengandung *cells* dengan *skewness* yang lebih tinggi dari rata-rata. Metode ini didasarkan pada tingkatan yang lebih tinggi dari hubungan pendekatan antara faktor koreksi tekanan dan kecepatan. Untuk meningkatkan efisiensi perhitungan, Pada *Spatial Discretization*, untuk *Gradient*-nya menggunakan *Least Squares Cell based*, *Pressure* menggunakan *PRESTO!*, dan untuk *Momentum*, *Volume Fraction*, *Turbulent Kinetic Energy*, *Turbulent Dissipation Rate*, dan *Energy* menggunakan *Second Order Upwind*.



Gambar 3.13. Tampilan Menu *Solution Methods*

g. *Monitors*

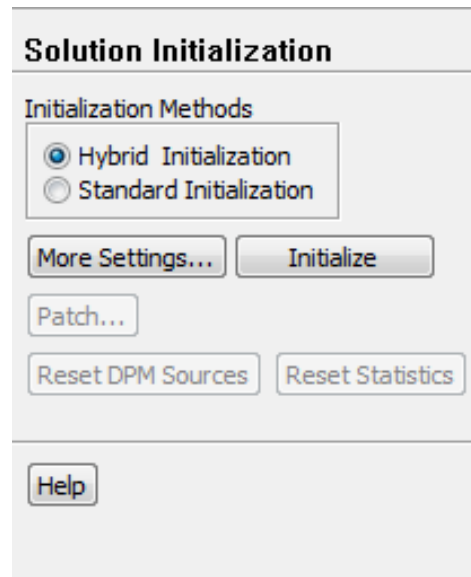
Pada tahap ini akan diatur parameter yang digunakan untuk memantau konvergensi secara dinamis. Pada dasarnya konvergensi dapat ditentukan dengan merubah parameter pada residual, statistik, nilai gaya, dll. Pada kasus ini *equations* pada *residual monitors* disetting sesuai kebutuhan yaitu akan menampilkan *continuity*, *z-velocity*, *energy*, *k-epsilon*, dan *do-intensity*.



Gambar 3.14. Tampilan Menu *Residual Monitor*

h. Solution Initialization

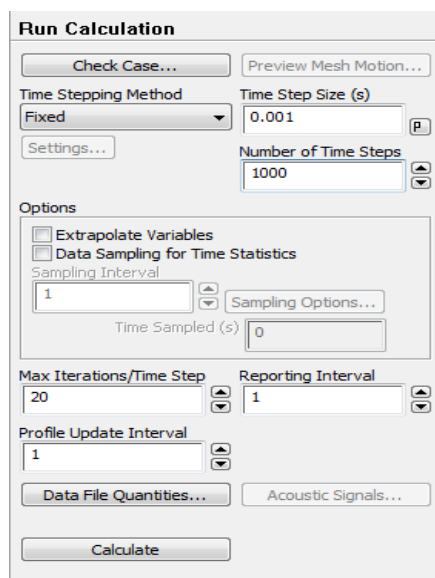
Pada simulasi ini *Initialization methods* yang dipakai adalah *hybrid initialization*.



Gambar 3.15. Tampilan Menu *Solution Initialization*

i. Run Calculation

Proses ini yaitu melakukan iterasi hingga iterasi selesai atau komplit. *Number of iterations* adalah batasan iterasi yang kita tentukan, 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. Karena kita menggunakan metode *transient*, maka kita tidak perlu menunggu konvergensi.



Gambar 3.16. Tampilan Menu *Run Calculation*

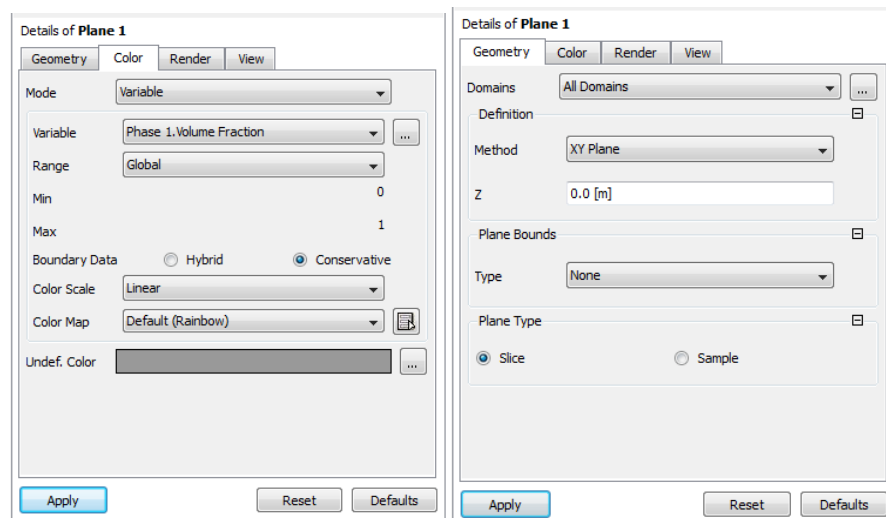
3.2.3 *Post-Processing*

Langkah selanjutnya yaitu melihat hasil proses kalkulasi. Pada kasus penelitian ini, hasil yang dibutuhkan adalah *plane volume fraction* yang terbentuk pada sistem akibat dari variasi kecepatan superfisial air dan kecepatan superfisial udara.

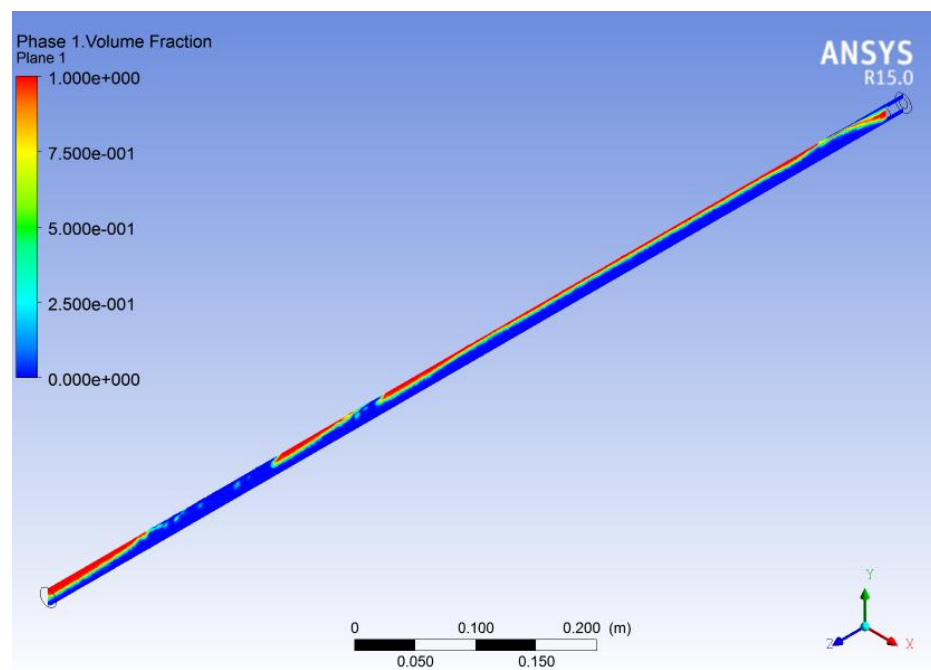
Ada 3 tahap yang harus dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi yang berupa pola aliran serta kecepatannya.

1. *Plane*

Tampilan *plane* ditunjukkan dalam bentuk tampilan 2 dimensi. Area tampilan dapat ditentukan berdasarkan sumbu koordinat geometri.

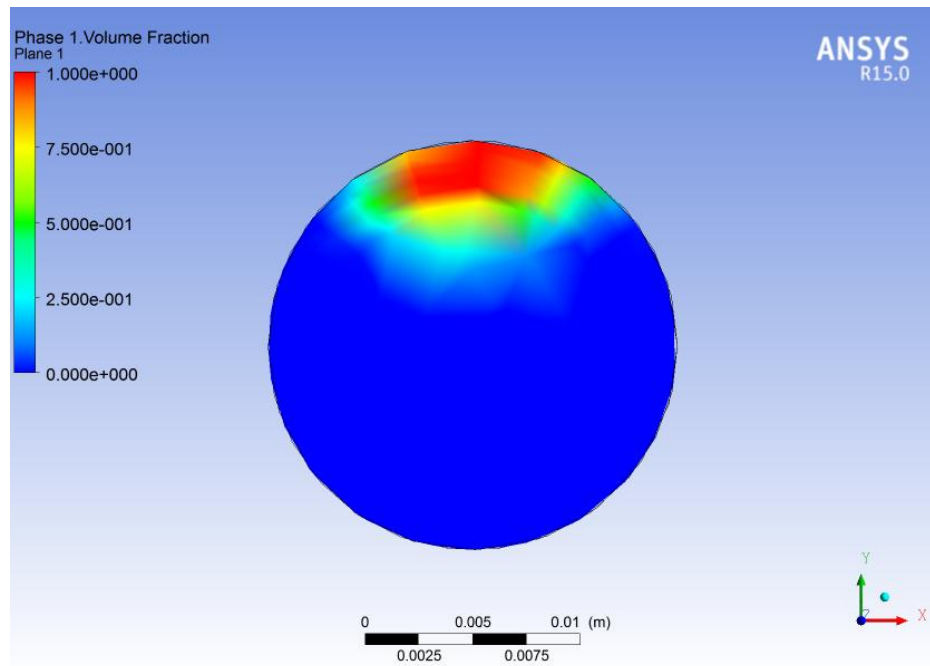


Gambar 3.17. Tampilan Menu Pembuatan *Plane*



Gambar 3.18. Tampilan *YZ Plane*

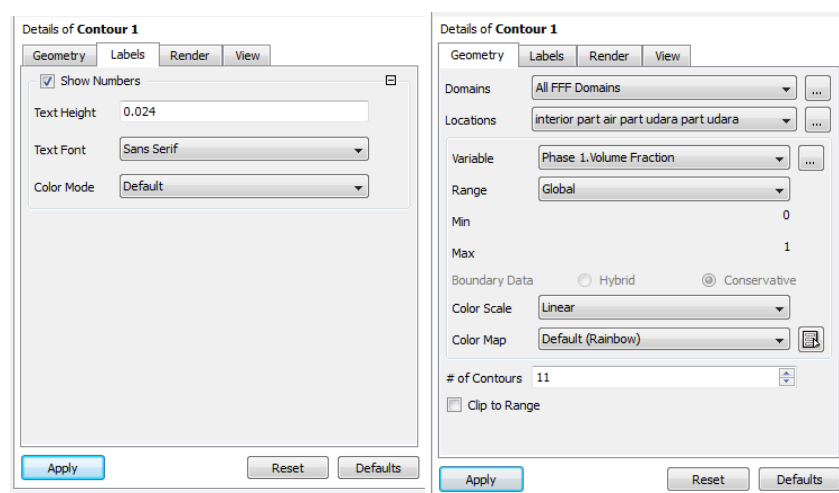
Dalam penelitian ini, selain menentukan area tampilan *plane* berdasarkan koordinat *YZ* juga berdasarkan koordinat *XY* untuk mengetahui area tampilan hasil pada tiap titik di sepanjang sumbu *Z* pipa ini.



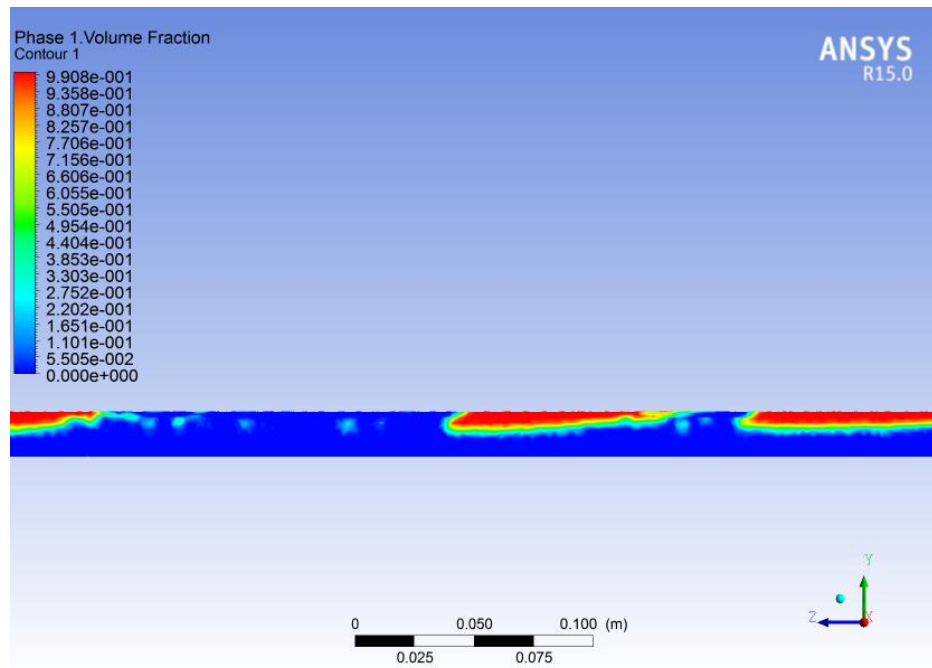
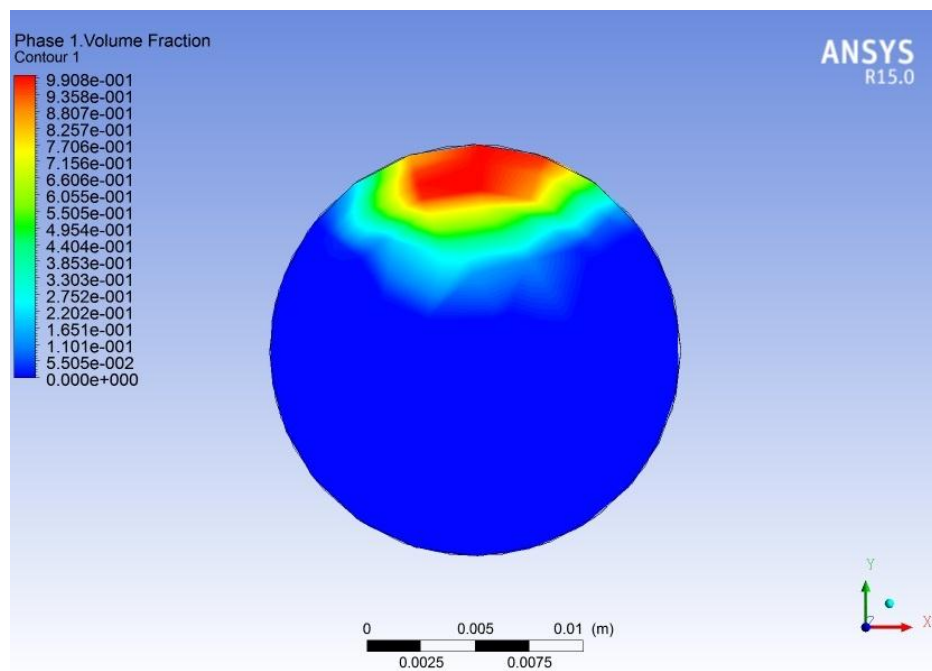
Gambar 3.19. Tampilan XY Plane Pada Titik Z 500 mm dari Inlet

2. Contour

Dengan *contour* dapat diketahui dengan lebih detail terkait pola hasil simulasi berdasarkan variabel yang dikehendaki pada setiap *plane* yang telah ditentukan sebelumnya. *Contour* dideskripsikan dengan warna untuk membaca pola berdasarkan variabel yang ditentukan.

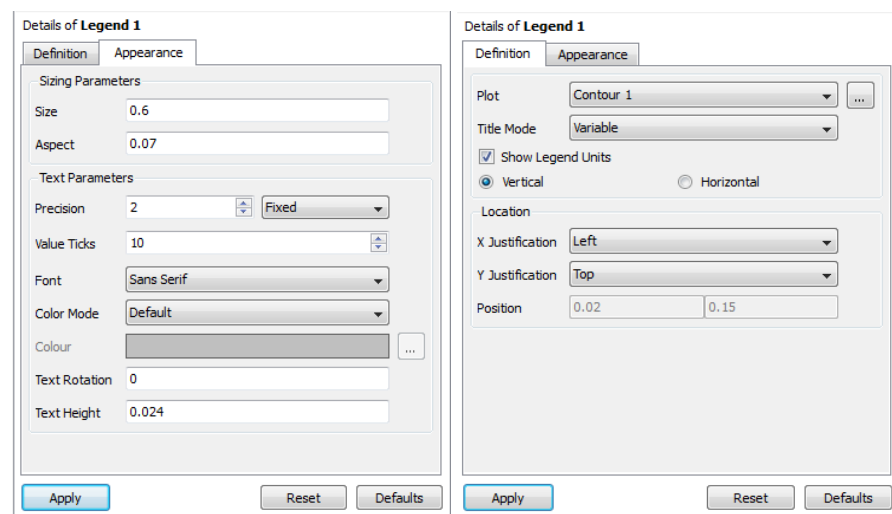


Gambar 3.20. Tampilan Menu Pembuatan *Countur*

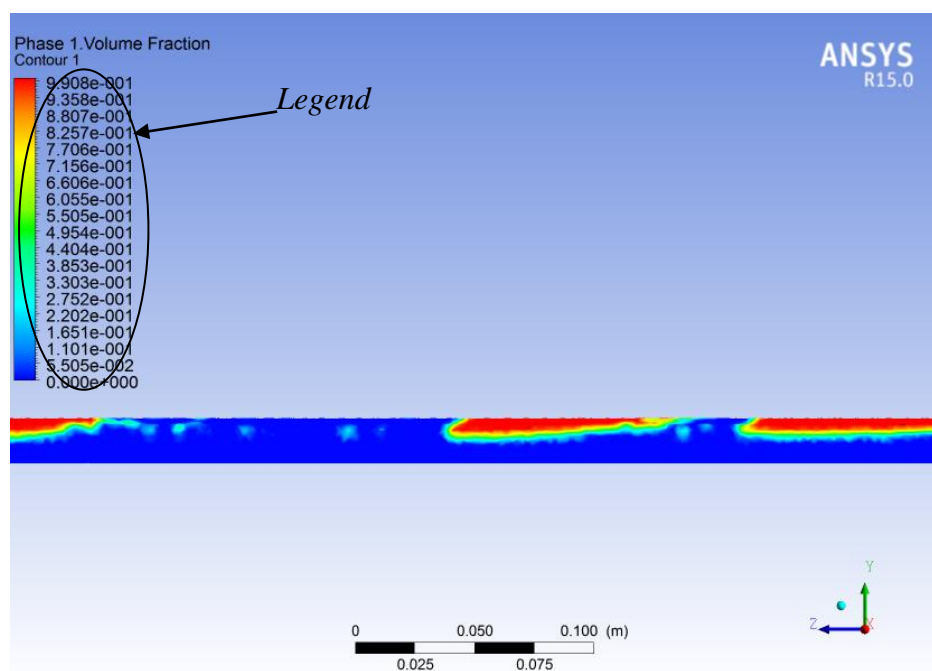
Gambar 3.21 Tampilan YZ *Countur*Gambar 3.22 Tampilan XY *Countur* Pada Titik Z 500 mm dari Inlet

3. Legend

Setelah menentukan area tampilan dan pola aliran berdasarkan warna dari hasil simulasi dengan *plane* dan *contour*, tahap selanjutnya adalah menentukan dimensi untuk membaca warna pola dengan menggunakan *legend*. Tiap *plane* atau *contour* dibuatkan *legend* tersendiri untuk mendapatkan dimensi yang lebih spesifik dan akurat.



Gambar 3.23. Tampilan Menu Pembuatan *Legend*



Gambar 3.24. Tampilan *Legend*