

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alat Penelitian

Pada proses penelitian yang akan dilakukan memerlukan beberapa alat yang digunakan yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) sebagai alat penelitian.

- A. *Software* yang digunakan pada penelitian ini yaitu ANSYS Fluent 18.0 untuk simulasi numerik, gambar 3.1 merupakan logo *software* ANSYS Fluent 18.0.



Gambar 3.1. Logo *Software* ANSYS Fluent 18.0

B. *Hardware*

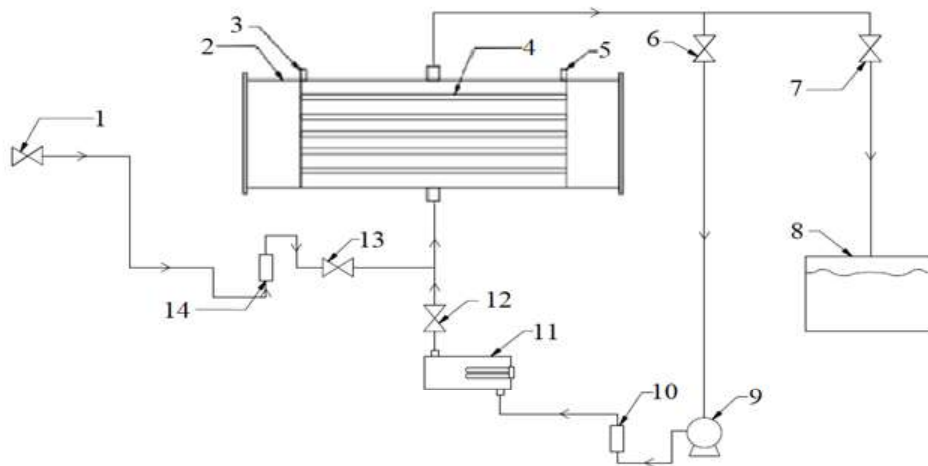
Hardware yang digunakan untuk simulasi *Software* ANSYS Fluent 18.0 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi Perangkat Komputer

No	Jenis <i>Hardware</i>	Parangkat Komputer
1	<i>Processor</i>	Intel ® core (TM) i5-7400T 2.40 GHz
2	<i>Motherboard</i>	LENOVO
3	<i>RAM</i>	4.00 GB DDR4
4	<i>Graphic Card</i>	Intel HD Graphics
5	<i>Storage</i>	HDD 1 TB SATA 5400 rpm

3.2. Skema Penelitian Eksperimen

Skema penelitian eksperimen ditunjukkan pada Gambar 3.2 Pada proses charging valve yang dibuka yaitu nomor 6 dan 12 dan yang ditutup nomor 1, 13, dan 7 Sedangkan pada proses *discharging* secara kontinyu valve yang dibuka yaitu nomor 1, 13 dan 7 dan yang ditutup nomor 6 dan 12.



Gambar 3.2. Skema Penelitian Eksperimen

Keterangan nomor :

1. Keran Air
2. Tangki TES
3. Lubang pipa masuknya termokopel
4. Pipa tembaga berisi campuran PCM
5. Lubang pipa masuknya termokopel
6. Valve keluaranya air dari tangki ke pompa
7. Valve keluaranya air dari tangki ke bak
8. Bak penampung air
9. Pompa
10. Rotameter air 1 LPM untuk charging
11. Heater
12. Valve keluaranya air dari heater ke tangki
13. Valve keluaranya air dari keran air ke tangki
14. Rotameter air 3 LPM untuk discharging secara kontinyu

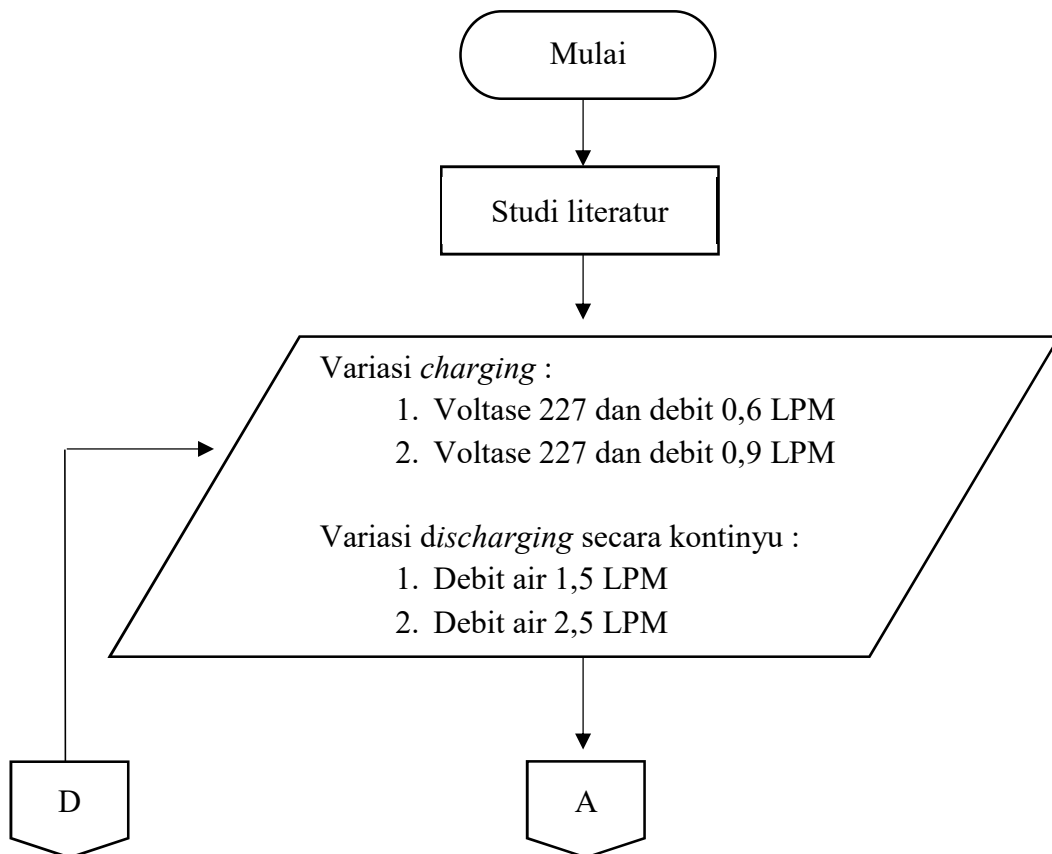
3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Variasi Penelitian

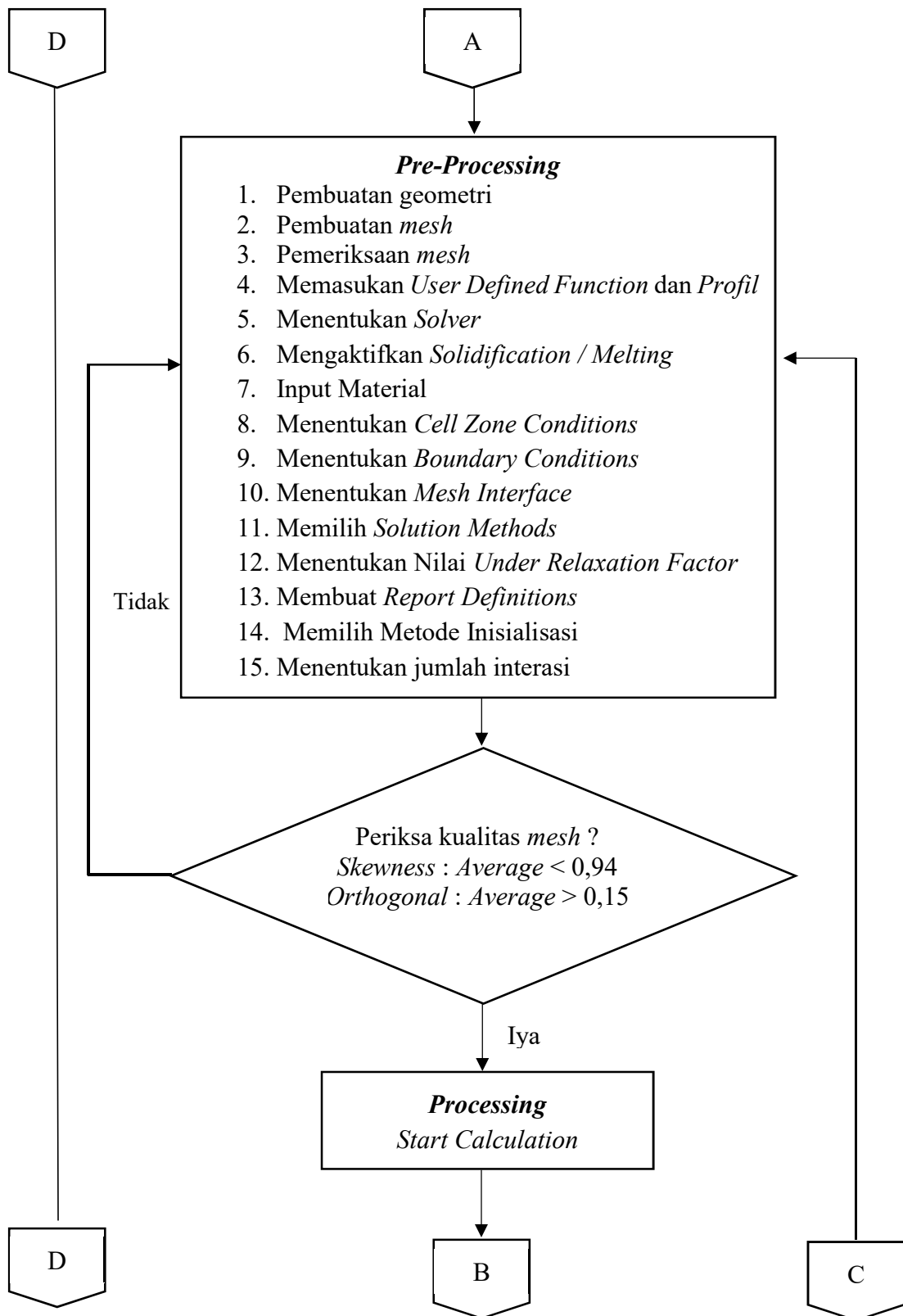
Variasi penelitian yang digunakan adalah variasi debit air masuk. *Charging* dengan variasi debit air masuk yaitu 0,6 LPM dan 0,9 LPM dengan pemanas *fluks* kalor 227 Volt, sedangkan untuk *discharging* variasi debit air masuk yaitu 1,5 LPM dan 2,5 LPM.

3.3.2. Diagram Alir Penelitian

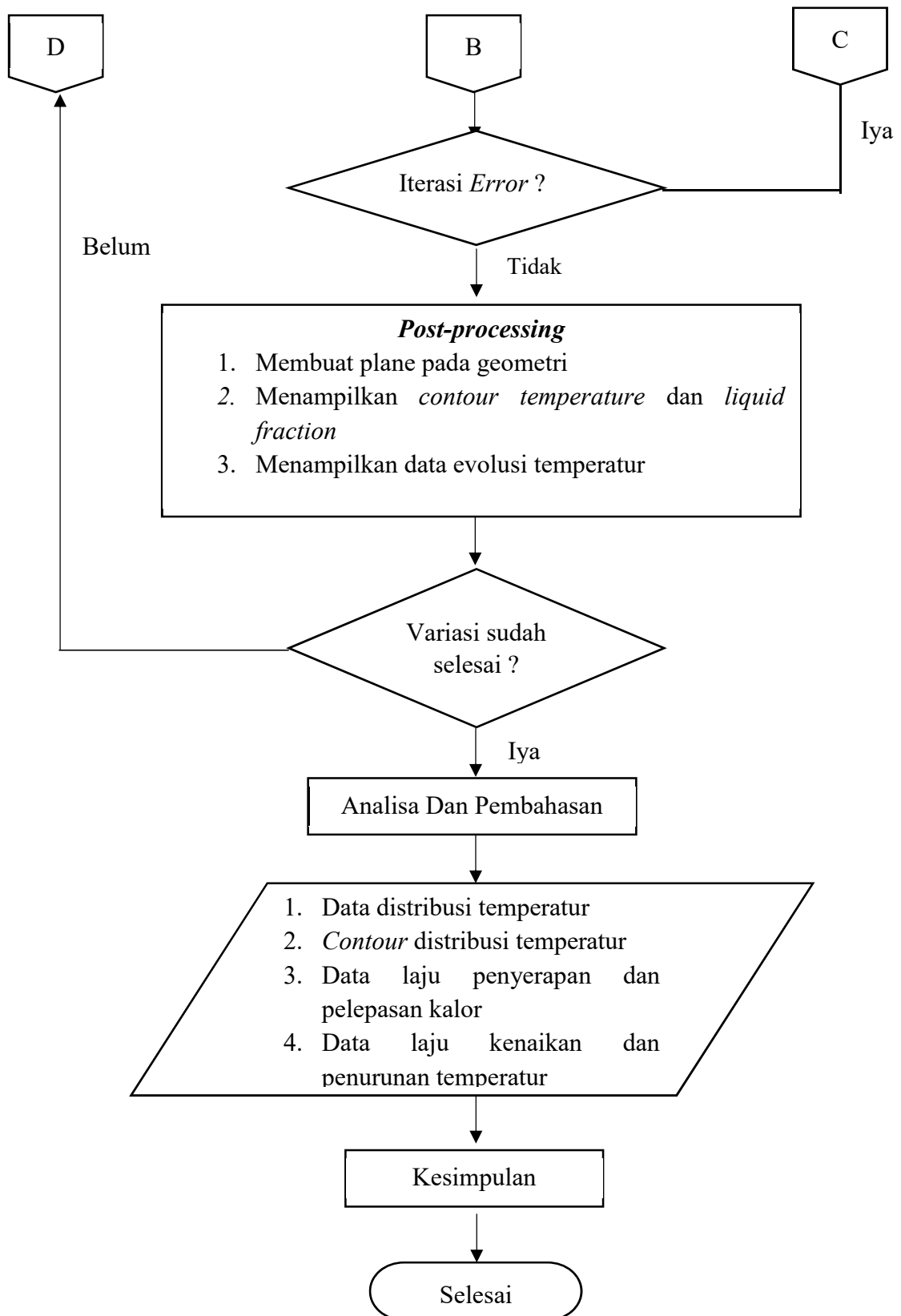
Pada penelitian ini menggunakan kerangka besar diagram alir sebagai berikut ini yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian (lanjutan)



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

3.3.3. Langkah Penelitian

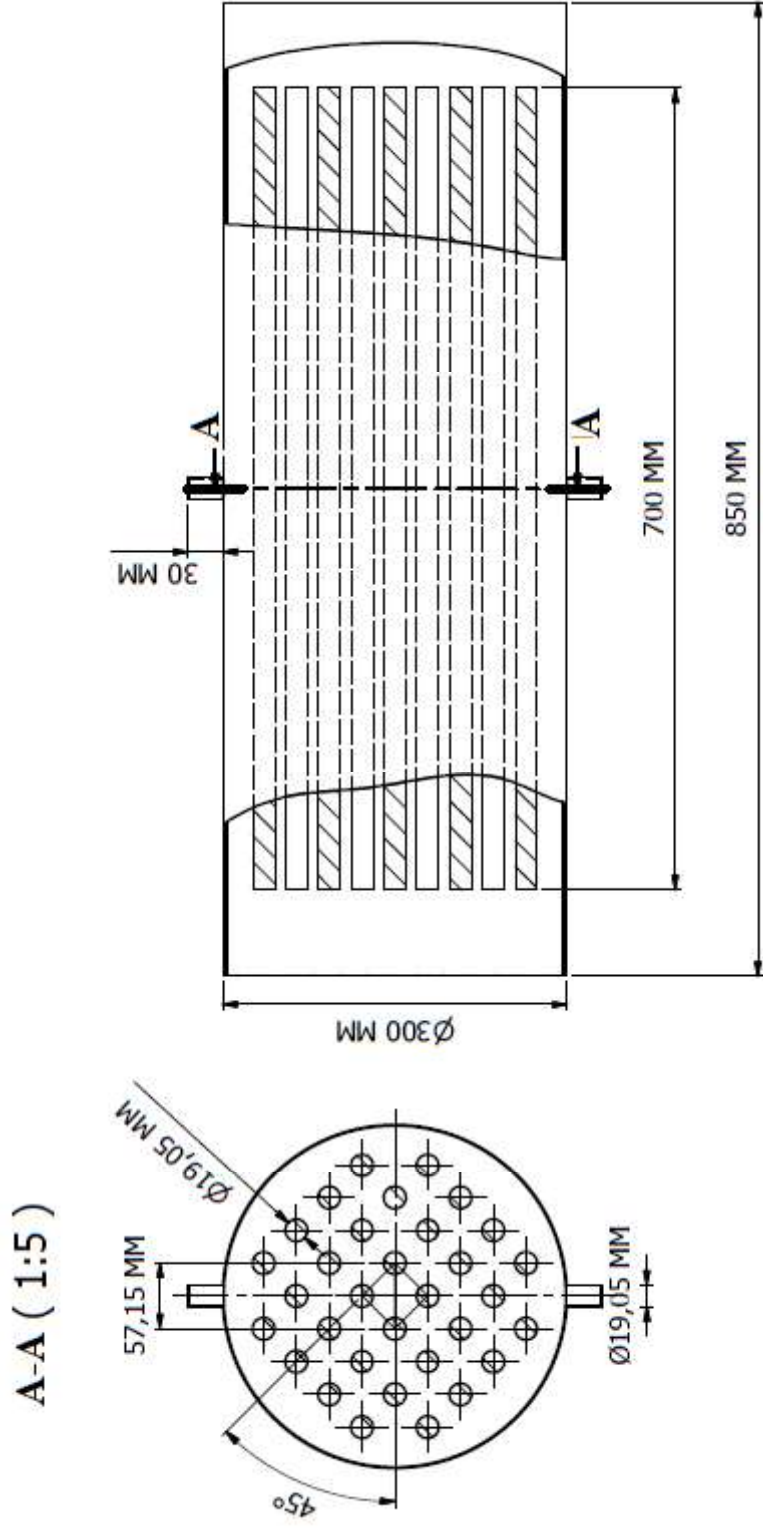
Pada penelitian ini diawali dengan studi literatur dengan mencari referensi teori dan jurnal, dilakukan untuk melihat *roadmap* dan perkembangan yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Selanjutnya melakukan proses simulasi CFD, pada dasarnya dibagi menjadi 3 proses yaitu *Pre-Processing*, *Processing*, dan *Post-Processing*.

3.3.3.1. *Pre-Processing*

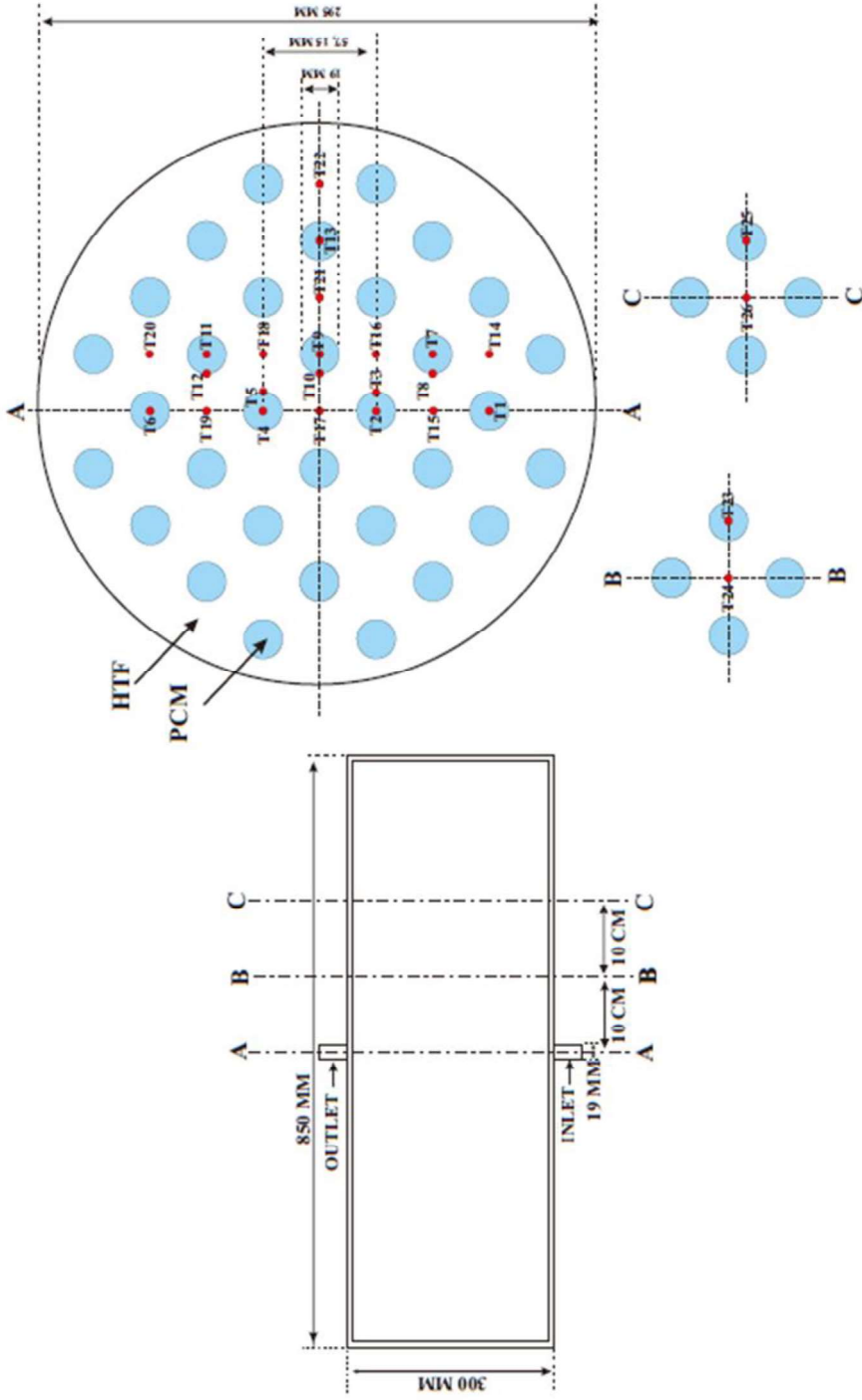
Pre-Processing merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum memulai simulasi. Berikut beberapa langkah yang ada pada proses *pre-processing* :

A. Pembuatan geometri

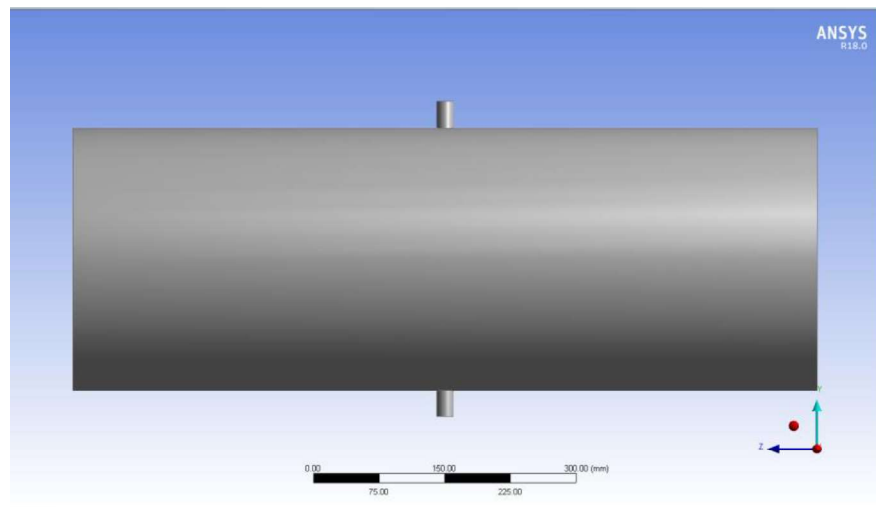
Bentuk geometri pada penelitian ini berbentuk silinder yang di dalamnya terdapat 32 pipa tembaga yang berisi PCM. Pada Gambar 3.4 bentuk geometri dan dimensinya dan 3.5 letak posisi termokopel menunjukkan. Aplikasi yang digunakan untuk membuat geometri menggunakan *design modeler* yang disediakan oleh *software* ANSYS Fluent 18.0 Hasil pembuatan geometri bisa dilihat gambar 3.6 dan gambar 3.7.



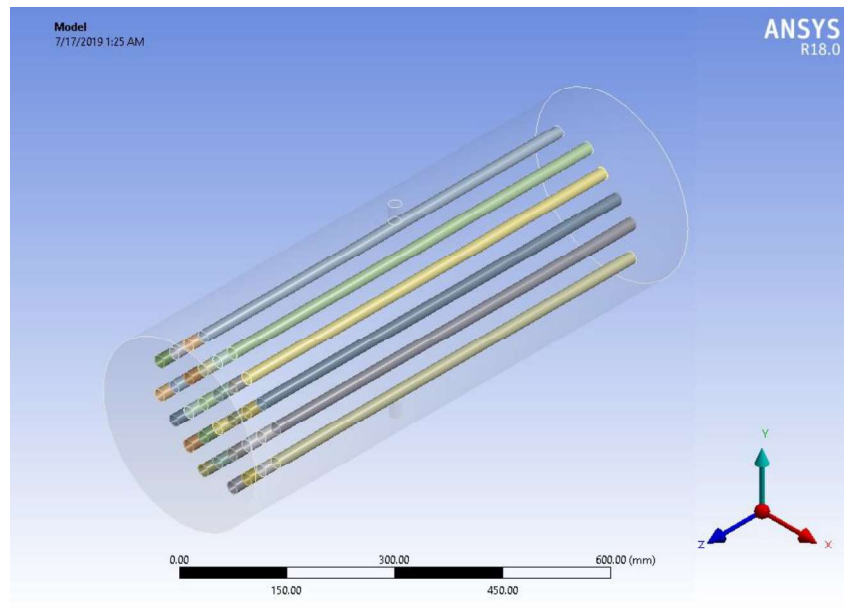
Gambar 3.4. Dimensi geometri



Gambar 3.5. Posisi Letak Termokopel



Gambar 3.6. Hasil Geometri Arah Aksil

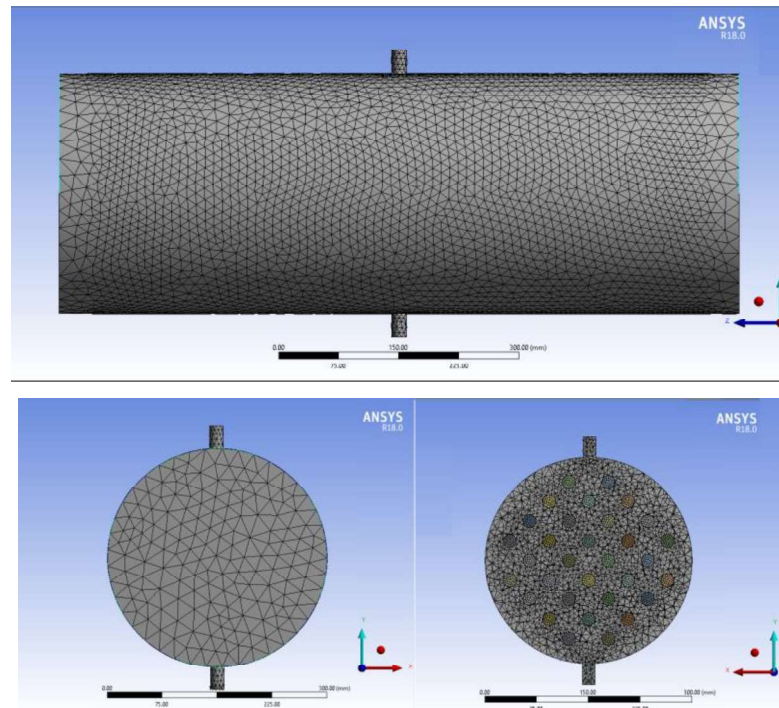


Gambar 3.7. Hasil Geometri Arah *Isometric*

B. Proses *Meshing*

Proses *meshing* yaitu membagi domain fluida menjadi volume-volume kecil agar dapat dianalisis oleh komputer sesuai dengan *metode finite volume methoh* (FVM). Tujuan dari *meshing* agar perhitungan yang akan dilakukan mendapatkan ketelitian dan akurasi yang baik. Semakin kecil ukuran *mesh* maka hasil yang didapatkan semakin baik, akan tetapi jumlah *mesh* juga akan semakin banyak sehingga proses komputasi membutuhkan waktu yang lebih lama. Pembuatan *meshing*

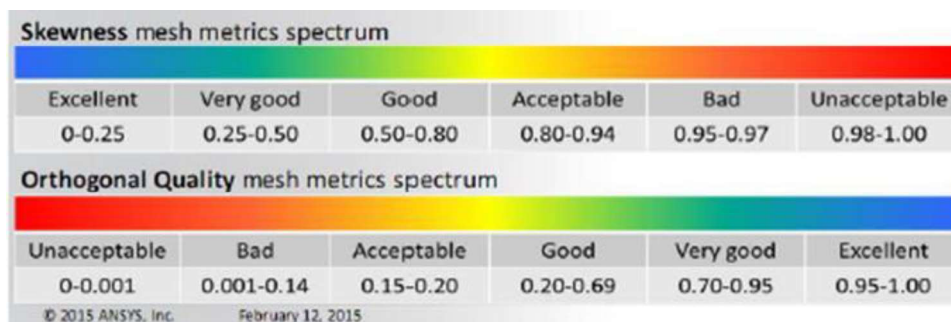
dapat dilakukan menggunakan *software* yang disediakan oleh ANSYS Fluent atau menggunakan *software* lain seperti *software* Gamit. Jenis *mesh* yang digunakan pada HTF yaitu *tetrahedran* sedangkan pada pipa tembaga dan PCM yaitu *Hexahedran*. Hasil *meshing* dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Hasil Pembuatan *Meshing*

C. Pemeriksaan Kualitas *Mesh*

Sebelum melakukan simulasi kualitas *mesh* harus diperhatikan untuk memastikan *mesh* tersebut sudah dalam keadaan baik atau tidak. Kualitas *mesh* dapat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh pada saat simulasi. Sehingga pengecekan *mesh* perlu dilakukan. Pengecekan *statistics mesh* juga perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah *nodes* dan *elements* pada *mesh*, jika terlalu banyak jumlah *statistics mesh* dapat mempengaruhi lamanya komputasi dan hasil yang didapatkan kurang baik namun jika terlalu sedikit dapat mengurangi ketelitian pada simulasi. Gambar 3.9 menyajikan rentang kualitas *mesh* yang disediakan ANSYS Fluent.



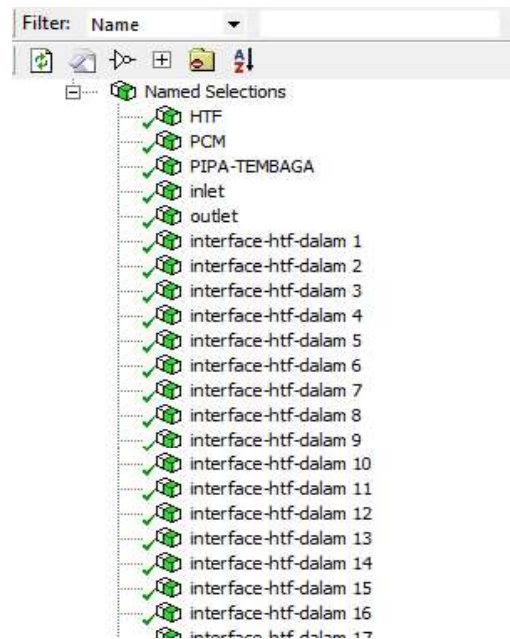
Gambar 3.9. Kualitas *Mesh* pada ANSYS Fluent

Hasil kualitas *mesh* yang sudah dibuat dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hasil Kualitas *Mesh*

Kategori	Nilai
<i>Skewness</i>	<i>Average :0,22065</i>
<i>Orthogonal</i>	<i>Average : 0,87725</i>
<i>Tipe</i>	Tetra dan Heksa
Jumlah <i>Elements</i>	703061
Jumlah <i>Nodes</i>	262730

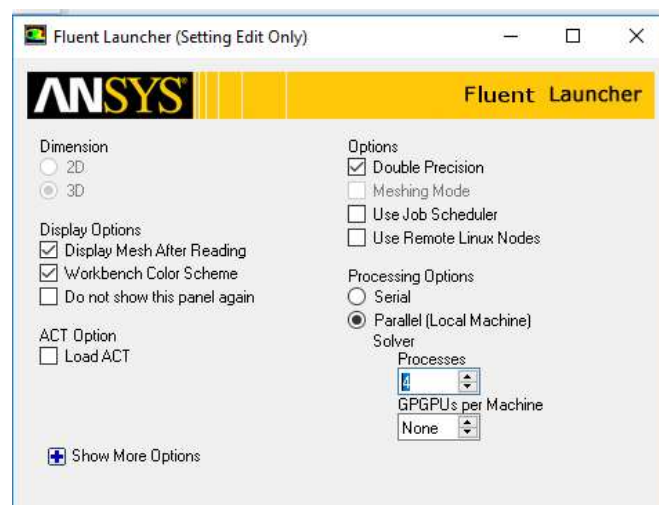
Pada tabel 3.2 menunjukkan hasil *skewness range average* menunjukkan angka 0.22065 dengan membandingkan pada gambar 3.9 bahwa *skewness* pada simulasi berada pada rentang *excellent*, hal itu menandakan bahwa kualitas *mesh* dalam keadaan sangat baik. Sedangkan pada *Orthogonal quality* menunjukkan angka 0.87725 hal itu menandakan bahwa kualitas *mesh* dalam keadaan sangat baik. Setelah itu memberikan nama pada setiap bagian *mesh* untuk mendefinisikan pada setiap zone seperti *inlet*, *outlet*, *interface* dan dinding (*wall*) seperti gambar 3.10.



Gambar 3.10. Pemberian Nama pada Setiap Zone

D. *Fluent Launcher 18.0*

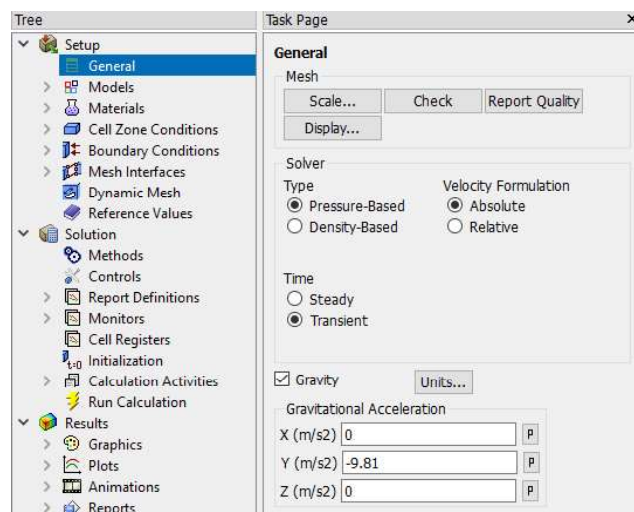
Fluent launcher merupakan skema awal dalam penentuan simulasi. pada proses ini menggunakan bentuk 3D, untuk options menggunakan *double precision* untuk perhitungan dilakukan dua kali dan *processing option* menggunakan *parallel* sehingga dapat mengatur *processes* yang akan digunakan pada simulasi ini menggunakan 4 *processes* gambar 3.11.



Gambar 3.11. Tampilan Fluent Launcher 18.0

E. General

Pada tahap *general* terdapat dua *type solver* yaitu *pressure-based* dan *density-based*, dua *time solver* yaitu *steady* dan *transient* dan dua *velocity formulation*. Pada tahap ini *type solver* yang digunakan *type pressure-based* dikarenakan dapat digunakan pada aliran yang luas mulai dari aliran dengan kecepatan rendah hingga aliran kecepatan tinggi atau dibawah kecepatan supersonik. Pada *time solver* menggunakan *transient* karena variabel pada simulasi tergantung oleh waktu. Sedangkan untuk *velocity formulation* digunakan untuk aliran yang berputar rendah. Serta faktor gravitasi juga diaktifkan pada titik koordinat (-y) dapat dilihat pada gambar 3.12.

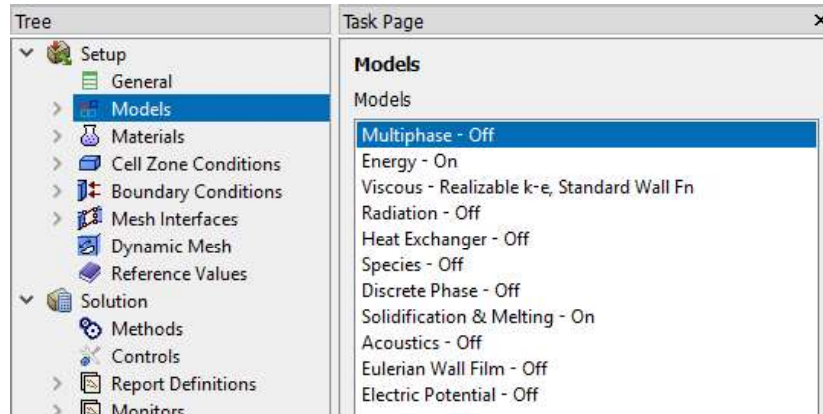


Gambar 3.12. Panel General

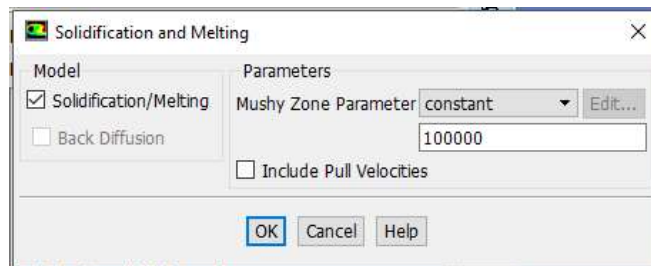
F. Models

Tahap ini merupakan tahap penentuan skenario simulasi, konfigurasi untuk setiap skenario dapat dilihat pada buku panduan *user guide* ANSYS Fluent 18.0. Skenario untuk pelelehan dan pembekuan dapat dilakukan dengan mengaktifkan *Solidification/Melting* gambar 3.13, sedangkan *mushy zone parameter* menggunakan bawaan dari ANSYS Fluent sebesar 10^5 gambar 3.14 Pengaruh *mushy zone parameter* pada hasil simulasi yaitu dapat meningkatkan gradient pelelehan. Dengan mengaktifkan *Solidification/Melting* maka energi

akan juga aktif. Sedangkan *viscous* menggunakan *k-epsilon* karena dipredisikan bahwa aliran fluida akan mengalami turbulen.



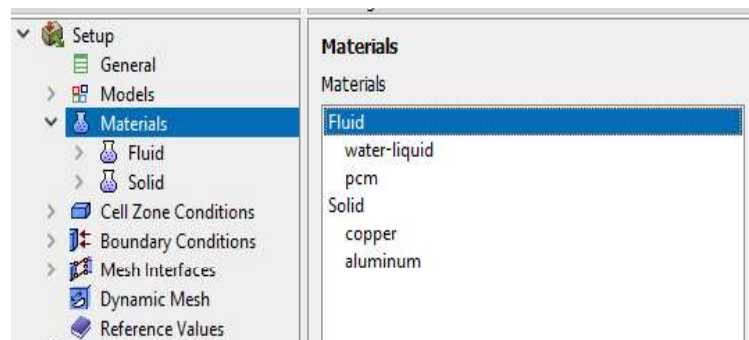
Gambar 3.13. Panel *Models*



Gambar 3.14. *Mushy Zone Parameter* pada *Solidification/Melting*

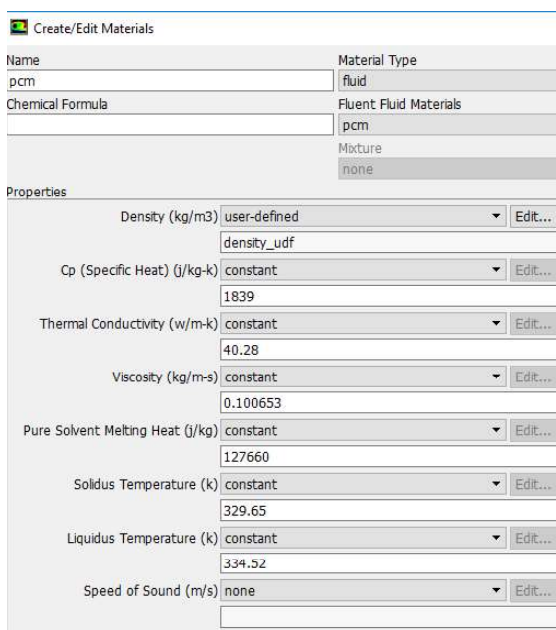
G. Parameter Material

Material yang digunakan pada simulasi ini adalah air sebagai *heat transfer fluida* (HTF), tabung PCM yang terbuat dari pipa tembaga (Cu) dan *Paraffin wax* dicampur serbuk tembaga 10 % dari fraksi massa sebagai PCM. Material tersebut perlu didefinisikan sesuai dengan propertinya agar hasil perhitungan pada simulasi menjadi lebih akurat. Tampilan properti material dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Panel Properti Material

Pada properti material HTF dan Pipa tembaga diambil dari properti yang disediakan langsung oleh ANSYS Fluent. Material PCM yang digunakan *paraffin wax* dicampur serbuk tembaga (Cu) sebanyak 10 % fraksi massa, Properti pada PCM dapat dilihat pada tabel 3.4 Perlu digaris bawahi bahwa terdapat material yang menggunakan *user defined function* (UDF) maka fungsi dari UDF perlu diinterpretasikan terlebih dahulu, setelah diinterpretasikan ANSYS fluent akan mendeteksi fungsi dari UDF tersebut. Pembuatan UDF sendiri menggunakan *software* ATOM dengan bahasa pemrograman C. Fungsi dari UDF sendiri untuk membedakan propertis material *density liquid* dan *density solid*.



Gambar 3.16. Properti *Phase Change Material* (PCM)

Pada tabel 3.3 menjelaskan klasifikasi jenis zona pada ANSYS Fluent 18.0.

Tabel 3.3. Klasifikasi Jenis Zona

Material	Jenis zona
<i>Copper</i>	<i>Solid</i>
<i>Water-liquid</i>	<i>Fluid</i>
PCM	<i>Fluid</i>

Pententuan nilai sifat-sifat fisik dan termal dari campuran PCM dan serbuk tembaga didapatkan dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan. Nilai properti yang didapatkan dari pengujian adalah sebagai berikut :

a. Densitas fase padat dan cair

Pengujian yang digunakan untuk mendapatkan nilai densitas fase padat pada campuran PCM dengan serbuk tembaga dilakukan dengan cara membuat spesimen yang volumenya sudah ditetapkan. Sedangkan pada fase cair dibutuhkan gelas ukur untuk mengetahui volumenya. Langkah selanjutnya, spesimen tersebut ditimbang untuk mengetahui nilai massanya. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.1.

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :

$$\rho = \text{Densitas (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \text{Massa benda (kg)}$$

$$V = \text{Volume benda (m}^3\text{)}$$

Perhitungan densitas campuran PCM fase padat :

diketahui :

$$m = 0,0031 \text{ kg} \quad V = 3,319 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Maka, persamaan 3.1. dapat digunakan untuk menghitung densitas campuran PCM fase padat yakni :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{0,0031 \text{ kg}}{3,319 \times 10^{-6} \text{ m}^3} \\ &= 934 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan densitas campuran PCM fase cair :

diketahui :

$$m = 0,03 \text{ kg} \quad V = 3,643 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Maka, persamaan 3.1. dapat digunakan untuk menghitung densitas campuran PCM fase cair yakni :

$$\rho = \frac{0,03 \text{ kg}}{3,643 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$= 823,5 \text{ kg/m}^3$$

Pada properti material densitas terdapat jenis material densitas campuran PCM fase padat (*solid*) dan densitas campuran PCM fase cair (*liquid*). Sehingga perlu membedakan jenis material tersebut salah satunya menggunakan program *user defined function* (UDF).

b. Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan dengan cara, menjatuhkan bola ke dalam gelas ukur yang berisi campuran PCM dengan serbuk tembaga dalam fase cair. Saat menjatuhkan bola, catatlah waktu yang dibutuhkan bola untuk jatuh dari titik awal sampai ke titik akhir. Kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.2.

$$\mu = \frac{2(\rho_s - \rho_l)g \cdot r}{9v} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

μ = Viskositas (Pa.s)

ρ_s = Densitas bola (kg/m³)

ρ_l = Densitas campuran PCM (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

r = Jari-jari bola (m)

v = Kecepatan bola (m/s)

diketahui :

$$\rho_s = 7,46 \text{ g/cm}^3 \quad r = 0,004 \text{ m}$$

$$\rho_l = 0,8235 \text{ g/cm}^3 \quad v = 1,15 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Persamaan 3.2 dapat digunakan untuk menghitung nilai viskositas campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% yakni :

$$\mu = \frac{2(7,46 \text{ g/cm}^3 - 0,8235 \text{ g/cm}^3)9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,004 \text{ m}}{9 \cdot 1,15 \text{ m/s}}$$

$$= 0,1000653 \text{ Pa.S}$$

c. Kalor lebur

Nilai kalor lebur didapatkan dari pengujian *Differential Scanning Calorimetry*. Hasil pengujian DSC dapat dilihat pada lampiran 1.

d. Titik beku dan Titik leleh

Nilai titik beku didapatkan dari nilai *onset* pada pengujian DSC. Sedangkan pada titik leleh diperoleh dari nilai *peak* pada pengujian DSC.

Sementara untuk mengetahui nilai konduktivitas termal dan C_p dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.3. dan 3.4.

$$k = \%PW \cdot k_{PW} + \%Cu \cdot k_{Cu} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$C_p = \%PW \cdot C_{p_{PW}} + \%Cu \cdot C_{p_{Cu}} \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

k = Konduktivitas termal (W/m.K)

k_{PW} = Konduktivitas termal *paraffin wax* (W/m.K)

k_{Cu} = Konduktivitas termal tembaga (W/m.K)

$\%PW$ = Fraksi massa *paraffin wax*

$\%Cu$ = Fraksi massa serbuk tembaga

C_p = Kalor jenis (J/kg.K)

$C_{p_{PW}}$ = Kalor jenis *paraffin wax* (J/kg.K)

$C_{p_{Cu}}$ = Kalor jenis tembaga (J/kg.K)

diketahui :

$$k_{PW} = 0,2 \text{ W/m.K} \quad \%Cu = 90\%$$

$$k_{Cu} = 401 \text{ W/m.K} \quad \%PW = 10 \%$$

$$C_{p_{PW}} = 2000 \text{ J/kg.K}$$

$$C_{p_{Cu}} = 390 \text{ J/kg.K}$$

Persamaan 3.3 dapat digunakan untuk menghitung nilai konduktivitas termal campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% yakni :

$$\begin{aligned} k &= 90\% \cdot 0,2 \text{ W/m.K} + 10\% \cdot 401 \text{ W/m.K} \\ &= 40,28 \text{ W/m.K} \end{aligned}$$

Persamaan 3.4 dapat digunakan untuk menghitung nilai kalor jenis campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% yakni :

$$\begin{aligned} C_p &= 90\% \cdot 2000 \text{ J/kg.K} + 10\% \cdot 390 \text{ J/kg.K} \\ &= 1839 \text{ J/kg.K} \end{aligned}$$

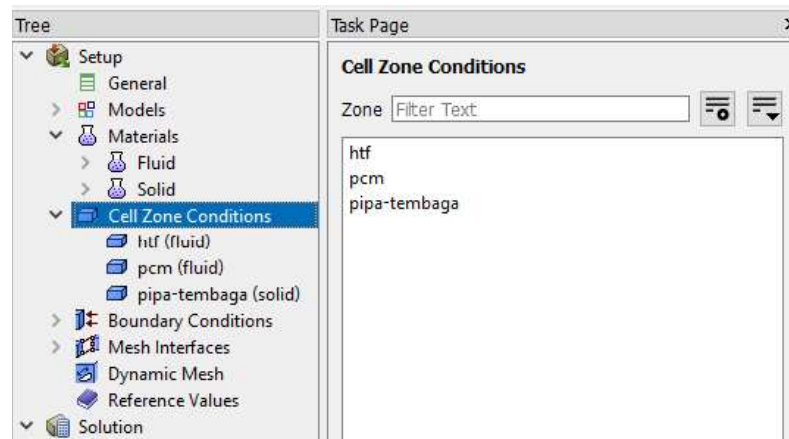
Nilai-nilai properti pada campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi 10 % dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4. Nilai Properti PCM

Kriteria	Satuan	Nilai
Densitas fase padat *T = 28 °C	kg/m ³	934
Densitas fase cair *T = 68 °C	kg/m ³	823,3
Konduktivitas termal	W/m.K	40,28
Kalor lebur	J/kg	127.660
Viskositas	kg/m.s	0,100653
Titik beku	°C	56,65
Titik leleh	°C	61,52
Cp	J/kg.K	1839

H. Penentuan *Cell Zone Conditions*

Pada tahap ini mendefinisikan bagian-bagian yang akan digunakan pada masing-masing bagian (*zone*) akan disesuaikan berdasarkan jenis material yang digunakan. Pada simulasi terdapat 3 jenis *zone* yaitu HTF, PCM dan pipa tembaga, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. *Cell Zone Conditions*

I. *Boundary Conditions*

Boundary conditions merupakan penentuan kondisi batas dengan data yang akan digunakan pada simulasi. Pada kondisi *inlet* menggunakan *mass flow inlet* dan *outlet* menggunakan *pressure outlet*. Pada *inlet* menggunakan debit aliran air yang besarnya dapat dilihat pada tabel 3.5. Sedangkan untuk *temperature inlet* pada proses *charging* menggunakan *profil* yang dibuat menggunakan notepad dengan format PROF lalu di *import* ke dalam ANSYS Fluent. Data yang digunakan pada *temperature inlet* berasal dari pengujian eksperimen yang akan dilampirkan pada lampiran 5 dan lampiran 6. Gambar panel *boundary conditions* dapat dilihat pada gambar 3.18.

Pada simulasi variasi debit air menggunakan satuan LPM sehingga harus diubah kedalam satuan kg/s menggunakan persamaan 3.7 namun sebelum itu harus dikalibrasikan terlebih dahulu agar sama dengan pengujian secara eksperimen. Persamaan kalibrasi untuk proses *charging* dapat menggunakan persamaan 3.5, sedangkan pada *discharging* menggunakan persamaan 3.6. Hasil kalibrasi pada rotameter dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4.

1. Proses *Charging*

$$Q_{\text{aktual}} = 0,9211 \times Q_{\text{rotameter}} - 51,725 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{aktual}} &= 0,9211 \times 600 \text{ mLPM} - 51,725 \\ &= 500,935 \text{ mLPM} \end{aligned}$$

$$\dot{m} = \frac{LPM \times \rho_{air}}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\dot{m} = \frac{0,500935 LPM \times 1000}{60 \times 1000} = 0,00835 \text{ kg/s}$$

2. Proses *Discharging*

$$Q_{aktual} = 1,1526 \times Q_{rotameter} + 0,0552 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$Q_{aktual} = 1,1526 \times 1,5 LPM + 0,0552$$

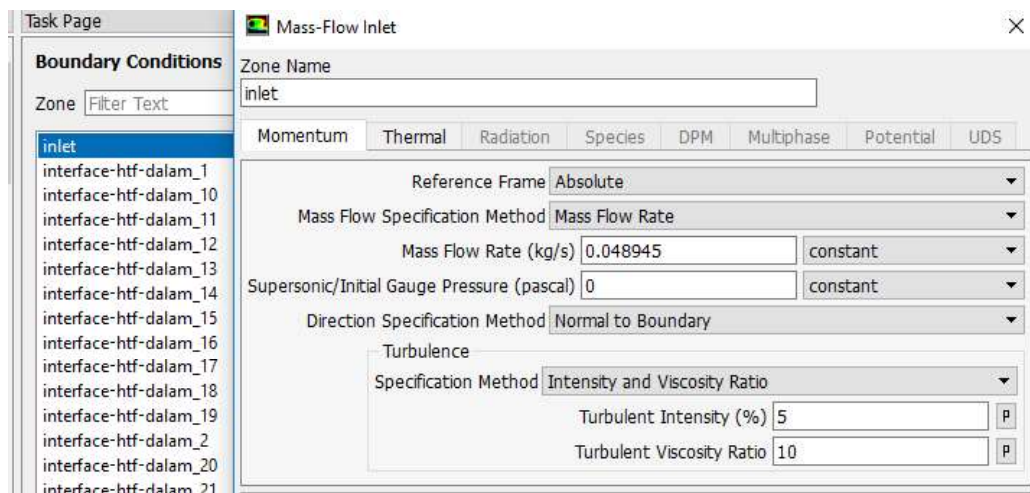
$$= 1,7841 LPM$$

$$\dot{m} = \frac{LPM \times \rho_{air}}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\dot{m} = \frac{1,7841 LPM \times 1000}{60 \times 1000} = 0,029735 \text{ kg/s}$$

Tabel 3.5. Parameter Kondisi Batas

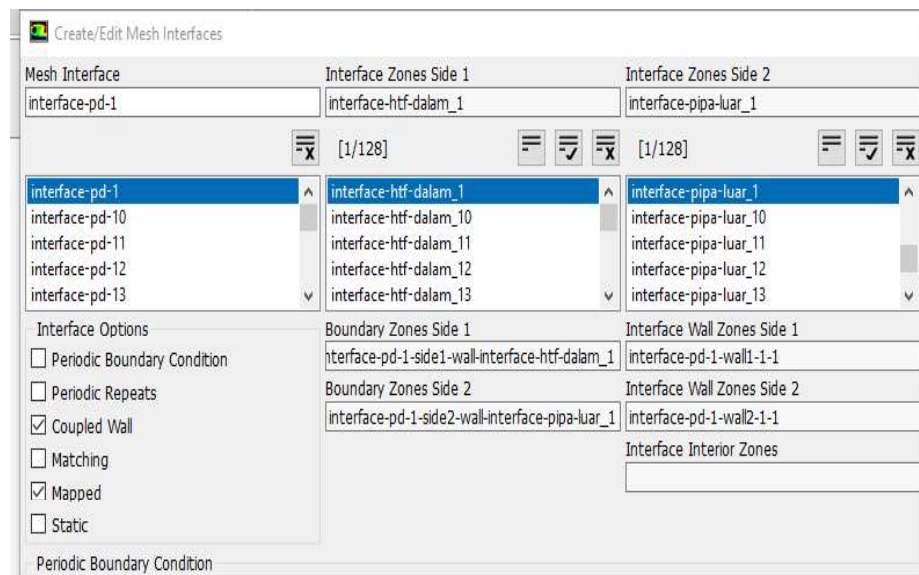
<i>Charging</i>							
Laju Aliran Massa (LPM)	Kondisi Batas				Temperatur		
	V inlet (kg/s)	V outlet	T inlet (K)	T outlet (K)	HTF (K)	Kapsul (K)	PCM (K)
0,6	0.00835	Default	Profil	Default	300	300	300
0,9	0,01295	Default	Profil	Default	300	300	300
<i>Discharging</i>							
1,5	0,029735	Default	300	Default	343	343	343
2,5	0,048945	Default	300	Default	343	343	343



Gambar 3.18. *Boundary Conditions* pada *Inlet*

J. Mesh Interface

Mesh interface yaitu memberikan batasan antara dua *zone* yang berbeda. Pada penelitian ini *interface* dilakukan antara HTF ke pipa tembaga dan pipa tembaga ke PCM gambar 3.19, sehingga perlu di *coupled-wall* karena adanya faktor perpindahan panas, *interface* ini juga dapat memisahkan antara dua *zone* yang berbeda. Disamping menggunakan *Coupled-wall* juga menggunakan *mapped* yang digunakan untuk mengatasi *mesh* yang *overlep* atau yang terdapat *gap* (jarak) dikarenakan ukuran *mesh* yang terlalu besar.

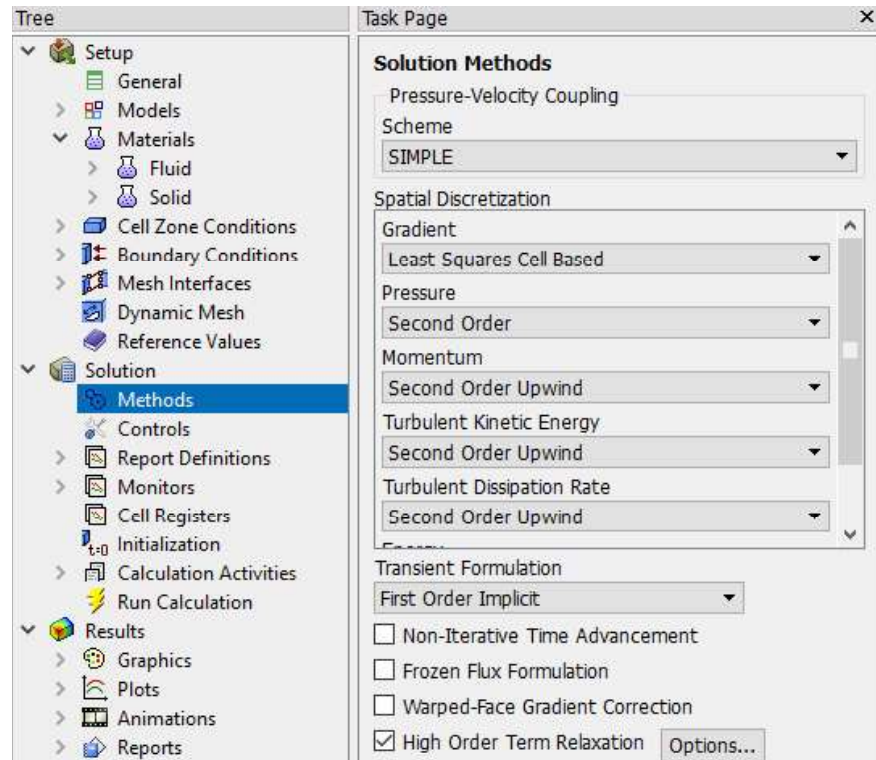


Gambar 3.19. Panel *Mesh Interface*

K. Methods

Methods digunakan untuk menentukan berbagai parameter apakah perhitungan pada simulasi berjalan dengan stabil sehingga dapat menghasilkan perhitungan yang akurat. Pada simulasi menggunakan *sceama SIMPLE* untuk mempercepat simulasi dan cepat mencapai konvergen, sedangkan *gradient* menggunakan *least squared cell based* karena digunakan untuk persamaan konversi massa, momentum, energi, serta besaran *scalar* lainnya seperti turbulan. *Pressure* menggunakan *second order* menggunakan persamaan yang lebih teliti hingga orde satu dan momentum dan energi menggunakan *second*

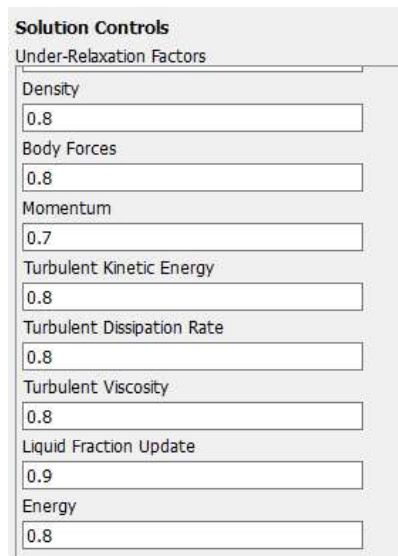
order upwind karena menggunakan ketelitian orde dua dan sangat baik digunakan untuk *mesh* jenis *tri/tetrahedral*.



Gambar 3.20. Panel pada *Methods*

L. *Controls*

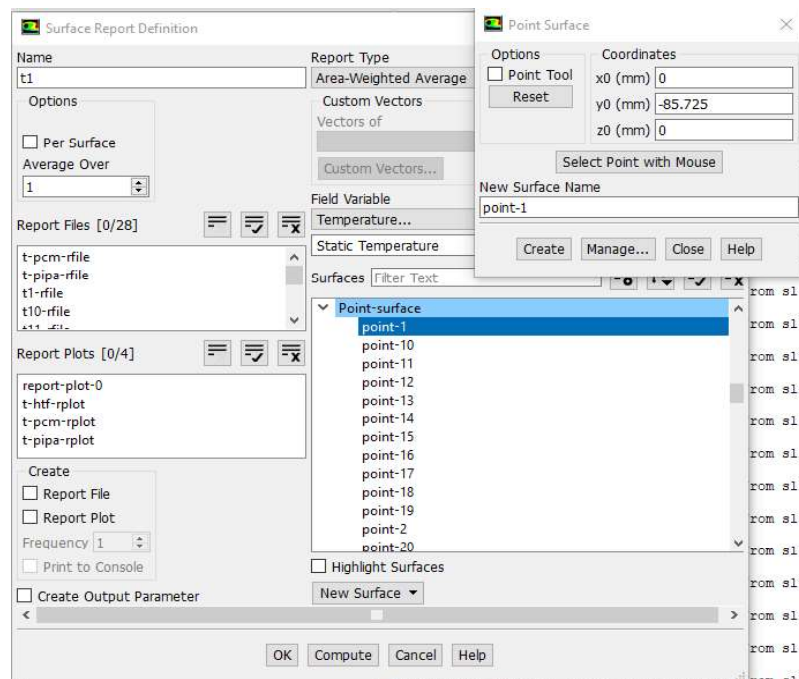
Controls merupakan memberikan batas toleransi nilai *under relaxation faktor* (URF) yang digunakan untuk mengatur variabel supaya dapat mempercepat konvergen. Semakin mendekati satu jumlah nilai URF maka akan meningkatkan terjadinya *error*, akan tetapi semakin kecil nilai URF dapat menurunkan keakuratan simulasi. Pada penelitian ini nilai *density*, *body force* dan *energy* pada URF diubah dari 1 menjadi 0,8. Untuk mengurangi terjadinya *error* pada saat proses simulasi dan cepat mendapatkan konvergen. Nilai *under relaxation faktor* (URF) dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Nilai *Under Relaxation Faktor* (URF)

M. Report Definitions

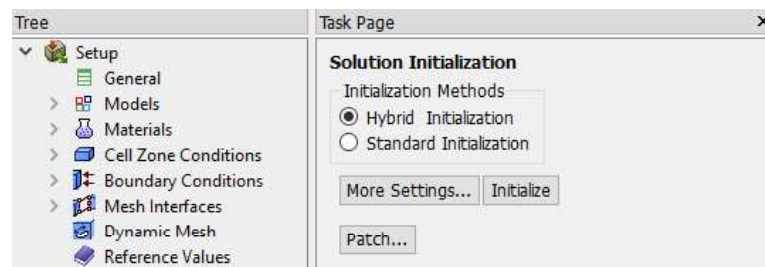
Report definitions digunakan untuk memberikan data yang akan dibutuhkan seperti *temperature*. Pada simulasi ini *report definitions* digunakan untuk penentu titik termokopel gambar 3.22, yang di *report file* dalam bentuk notepad, tetapi sebelum itu harus membuat point yang diisi dengan titik kordinat yang telah ditentukan.



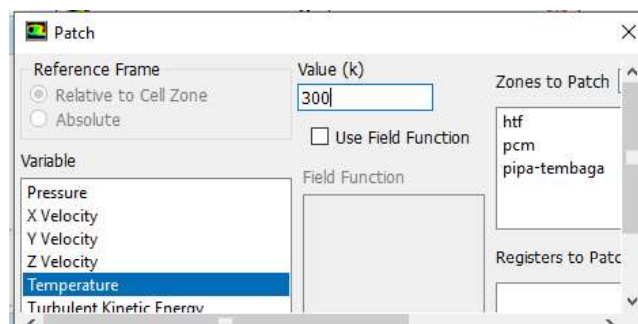
Gambar 3.22. *Report Difinitions*

N. *Solution Initialization*

Solutions initialization digunakan untuk inisialisasi bidang pada saat simulasi. Pada simulasi ini *initializations methods* menggunakan *hibryd initializations* gambar 3.23 dikarenakan nilai variable-variable aliran dan nilai bidang aliran sudah ditentukan oleh ansys fluent dan untuk mempercepat konvergen. Selain itu digunakan untuk mengatur temperatur awal sebelum simulasi seperti gambar 3.24.



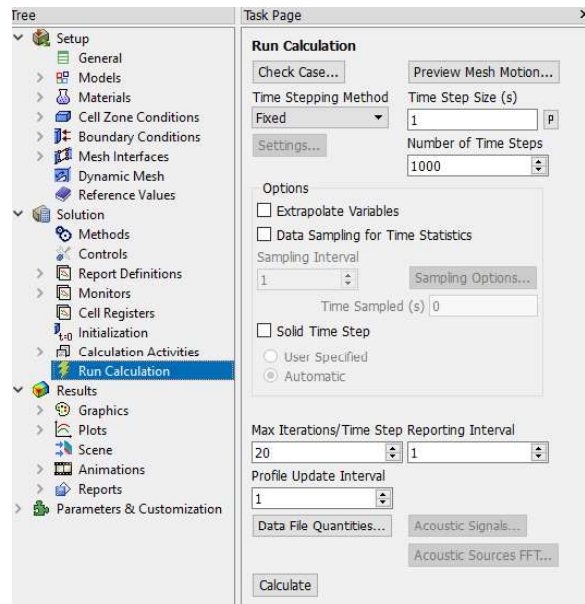
Gambar 3.23. *Solution Initialization*



Gambar 3.24. Temperatur Awal Simulasi

O. Menentukan Jumlah Kalkulasi

Run calculation merupakan tahap akhir sebelum memulai iterasi *solver*. Pada penelitian ini menggunakan *time solver* dengan kondisi *transient*, oleh karena itu penentuan jumlah *time step* akan mempengaruhi kesuksesan dari simulasi numerik. *Time step* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 1 *time step* dan *number of time step* sebanyak 1000 dan *max iterations/time step* sebanyak 20 gambar 3.25. Proses interasi dilakukan hingga temperatur pada termokopel sudah mencapai 343 K untuk *charging* dan 308 K untuk *discharging*.



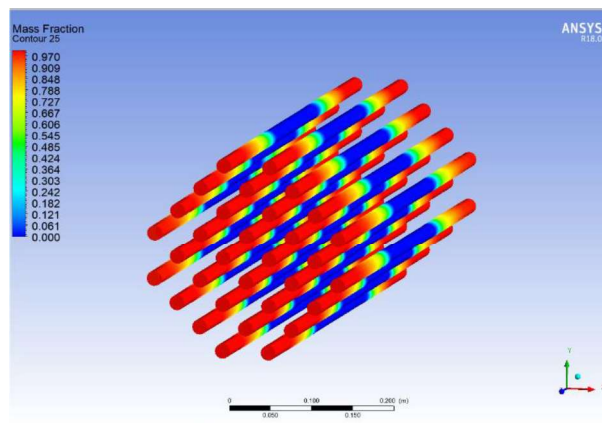
Gambar 3.25. Panel Penentuan *Calculation*

3.3.3.2. *Processing*

Processing merupakan tahap ke dua dalam proses simulasi ANSYS Fluent. Pada tahapan ini dilakukan proses komputasi atau proses perhitungan.

3.3.3.3. *Post Processing*

Post processing merupakan proses menampilkan hasil simulasi sesuai kasus yang diteliti. Data yang dibutuhkan pada simulasi ini adalah *evolusi temperature*, *vector* aliran, *contour* pelelehan dan pembekuan serta waktu terjadinya pelelehan dan pembekuan. Contoh pembuatan *contour* dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26. *Contour Mass Fraction* pada PCM