

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik, beralamatkan Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121. Pengambilan data dilakukan PT.X yang beralamatkan di Jl. Raya, RT.01/RW.01, Sawah Dan Kebun, Jetak Lengkong, Kec. Wonopringgo, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah 51181, penelitian ini berlangsung selama musim kemarau dan waktu pengambilan data bertepatan di hari rabu tanggal 24 september 2025, bertepatan dijam 17.19 WIB.

3.2 Teknik Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan melakukan survei dan pengukuran langsung terhadap objek di perusahaan serta mengubah *exhaust* pada oven bricket di perusahaan tersebut, parameter yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi kecepatan aliran fluida, *temperature*, *humidity*, simulasi dari oven briket.

3.3 Alat dan Bahan

Pengambilan data selama pengujian membutuhkan beberapa peralatan, termasuk:

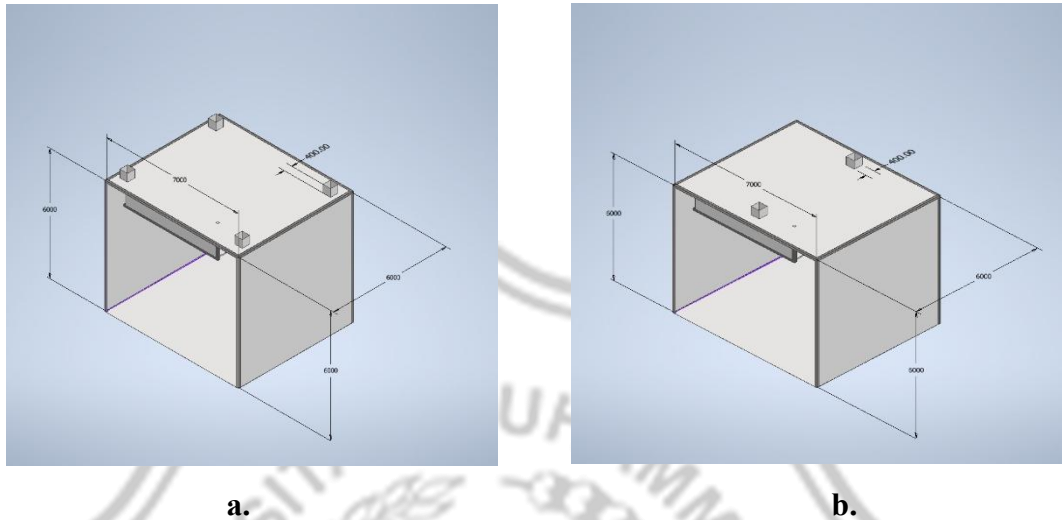


a.

b.

Gambar 3. 1. *a.* Oven pengering briket PT.X *b.* Tungku pembakaran pada oven.

Pada gambar 3.1 menunjukkan oven pengering briket yang ada di PT.X, dengan kapasitas 5 ton setiap 1x beroperasi, dimana pada gambar (a). Menunjukkan ruangan oven dan rak penanmpung briket dan pada gambar (b). Menunjukkan tungku pembakaran pada oven. Berikut ini Adalah desain dari model oven yang ada di Perusahaan PT. X tersebut:

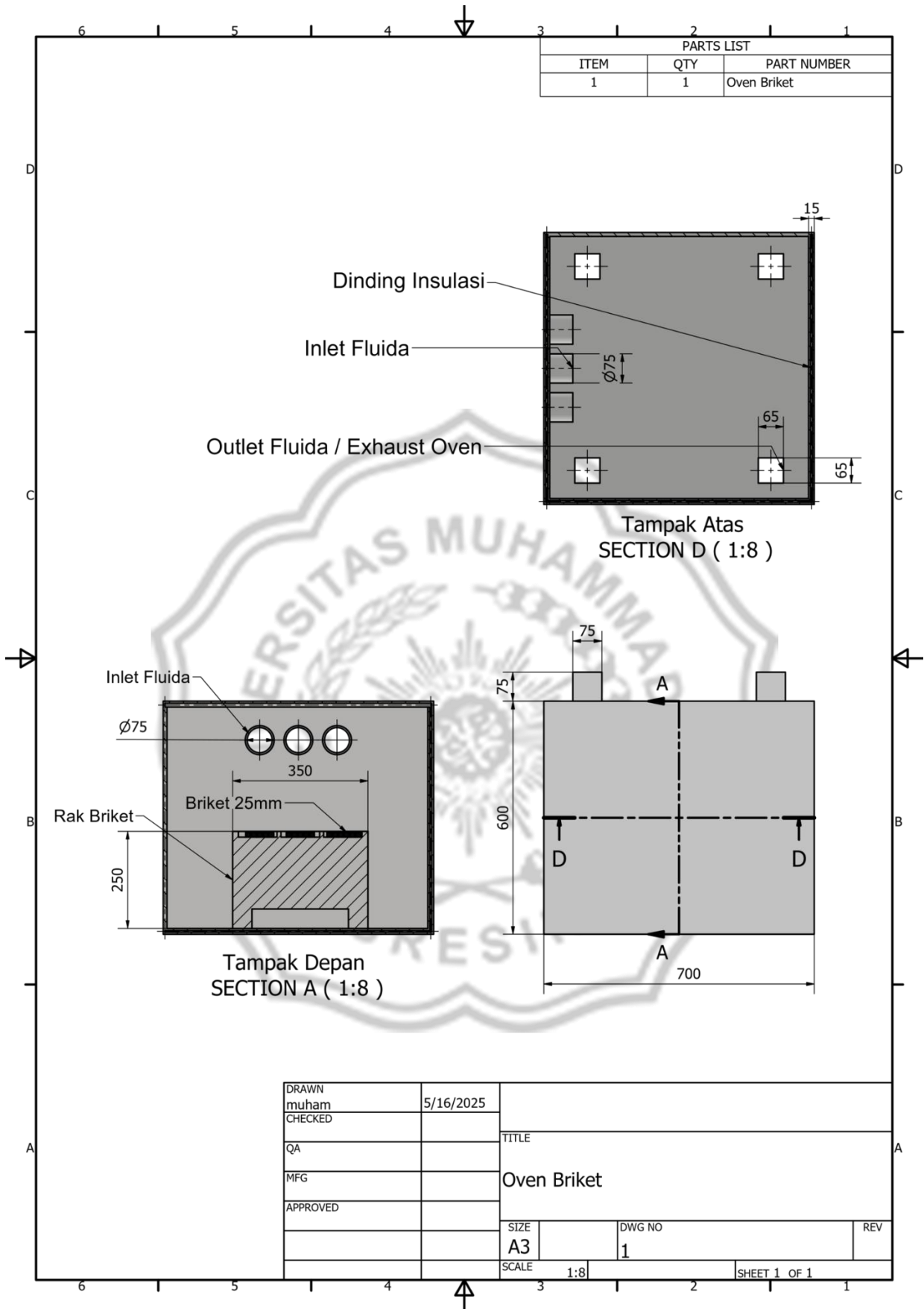


Gambar 3. 2 **a.** Oven 4 exhaust sesuai dengan yang ada di PT.X, **b.** Oven 2 exhausts.

Pada gambar 3.2 **a.** merupakan pemodelan tiga dimensi pada oven briket di PT. X menggunakan *software Autodesk inventor 2025*, dan **b.** pemodelan tiga dimensi dengan mengubah letak *exhaust*. Untuk spesifikasi Bisa dicermati dalam tabel 3.1 :

Tabel 3. 1 Spesifikasi oven briket 2 di PT.X.

Spesifikasi Oven 2	
Lebar	7000 mm
Tinggi	3000 mm
Panjang	6000 mm
Glaswool kuning	D16 25mm
Plat Galvanis	1 mm
Blower	18 inc = 457,2mm
Motor Listrik	3 Phase/ 3Hp/ 50Hz / 1500 Rpm
Exhaust	400mm x 2pcs



Gambar 3. 3 Detailing Oven briket

Pada gambar 3.3 merupakan detailing oven briket dengan skala 1:8 dengan proyeksi amerika yang menunjukkan tampak depan, samping kanan dan tampak atas. di gambar tampak depan ada beberapa komponen yang menunjukkan detail dari dalam oven tersebut yaitu :

- Blower 18 inc sebagai inlet dari fluida
- Rak briket dengan lebar 250 mm dan tinggi 250 mm
- Briket 25mm

Untuk tampak atasnya menunjukkan beberapa komponen yaitu :

- Exhaust Oven sebagai outlet dari fluida dengan lebar 65mm^2
- Dinding insulasi untuk memantulkan fluida dan mengurangi panas yang keluar dari oven dengan tebal 15 mm.

Pada table 3.1 merupakan spesifikasi oven briket yang ada di perusahaan tersebut untuk perbedaanya ada di lebar oven dan dimensinya sesuai yang ada di perusahaan tersebut.



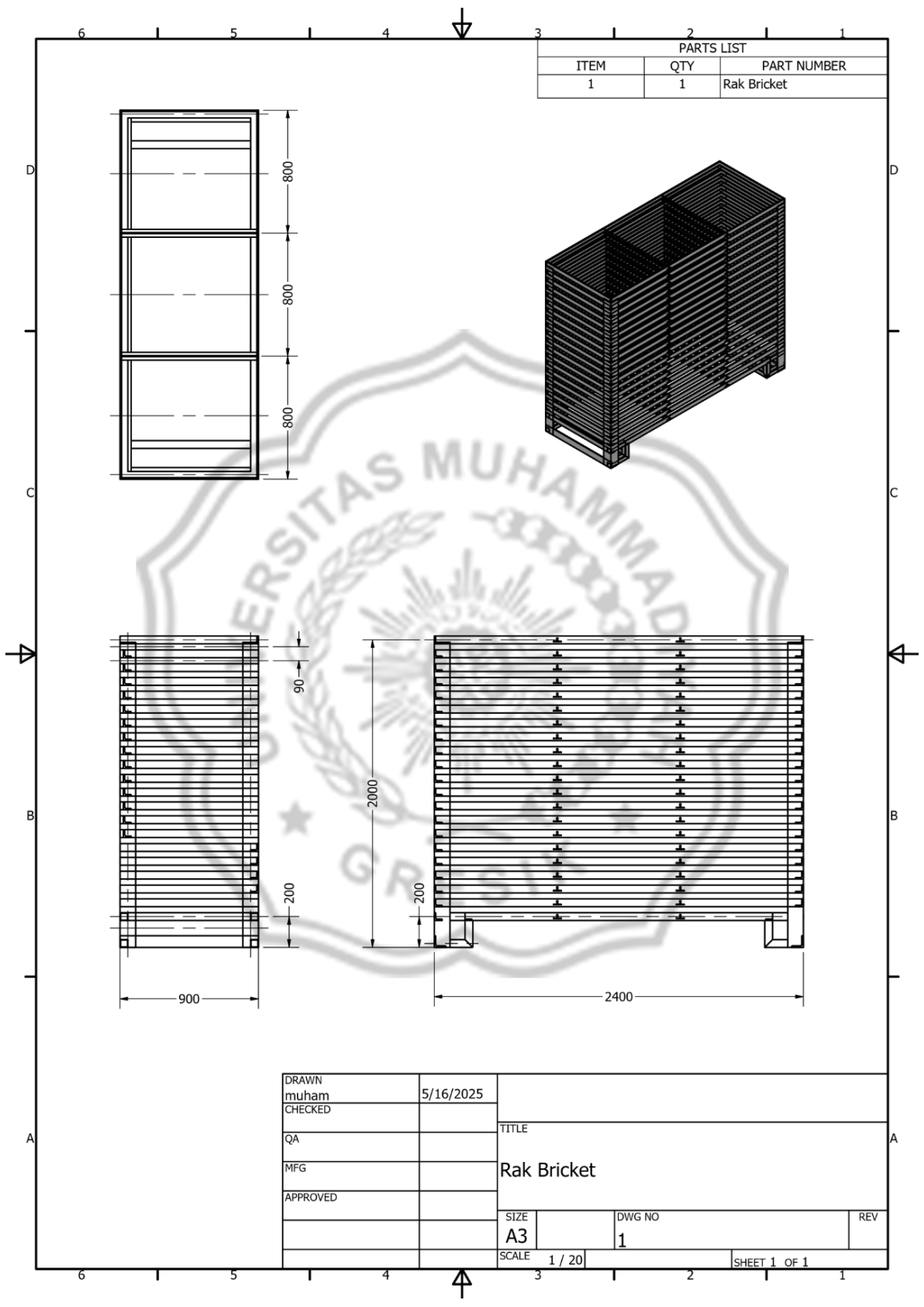
Gambar 3. 4 Anemometer *Habotest* 605S.

Pada gambar 3.4 merupakan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu anemometer, alat untuk mengukur kecepatan fluida (angin/udara) diukur di *exhaust* dan blower 18inc di dalam oven digunakan untuk simulasi di *Software Ansys* dengan spesifikasi berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Anemometer *Hobotest 605S*

Spesifikasi	Range (jarak)	Akurasi
<i>Air Velocity</i>	0,70~30.00 m/s	$\pm(2.0\%+0.5\text{m/s})$
<i>Temperature</i>	-20°C~60°C(-4°F~140°F)	0.0°C~45°C(32°F~113°F)
<i>Humidity</i>	0~100%	20%~80% \pm 5%RH

Pada tabel 3.2 merupakan spesifikasi alat yang digunakan untuk penelitian ini, yaitu alat Anemometer *Hobotest 605S*, dengan spesifikasi pengukuran kecepatan fluida di jarak 0,70~30,00 m/s dengan akurasi $\pm(2.0\%+0.5\text{m/s})$, untuk pengukuran Temperatur dengan jarak -20°C~60°C (-4°F~140°F) dan akurasi 0.0°C~45°C (32°F~113°F), untuk pengukuran *Humidity* dengan jarak 0~100% dan akurasinya 20%~80% \pm 5%RH.



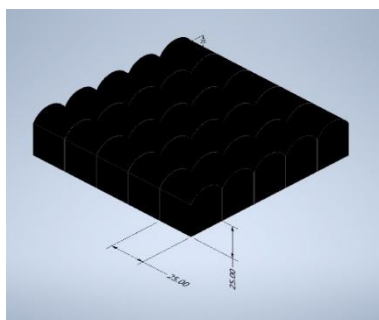
Gambar 3. 5 spesifikasi desain rak untuk menampung briket pada oven.

Pada gambar 3.5 merupakan, desain dari rak oven briket yang ada diperusahaan, desain mengikuti dimensi aktual dari Perusahaan, rak briket ini terdiri dari 20 layer untuk penempatan nampan dengan jarak 90mm setiap layer, dengan tinggi total 2000mm / 2m dan lebar 900mm, dengan Panjang total 2400mm/ 2,4m dan berisi 24.000 pcs briket.

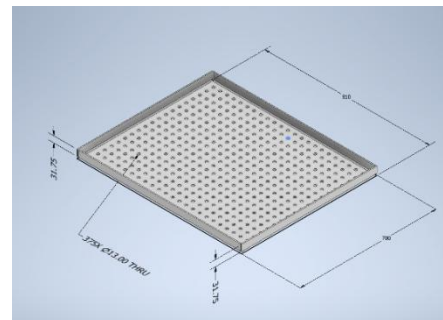


Gambar 3. 6 *Blower* 18inc pada oven briket

Pada gambar 3.6 merupakan *blower* 18inc yang ada di dalam oven briket tersebut fungsinya untuk mengalirkan uap panas dari tungku pembakaran, dengan jumlah total 3 *blower* dalam 1 oven dengan pengerak motor 3 *phase* 1500rpm.



a.



b.

Gambar 3. 7 **a.** briket *cube*25mm. **b.** nampan

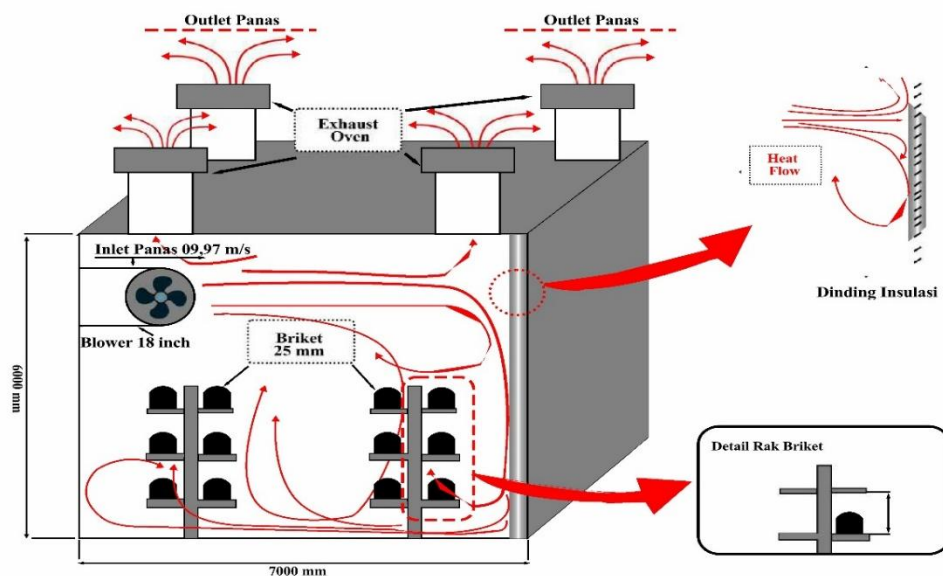
Pada gambar 3.7 merupakan briket dengan size 25mm dari Perusahaan, dan nampan yang digunakan untuk menampung briket dengan jumlah 20 layer dalam 1 rak, untuk 1 nampan berisi total 1200pcs briket dengan ukuran yang sama sesuai dengan orderan dari customer.

Berikut spesifikasi dari oven briket yang ada di perusahaan bisa dilihat di tabel 3.3:

Tabel 3. 3 Spesifikasi oven briket di PT.A

Oven 2	
Kapasitas	5 Ton
Rak Briket	11
Jumlah Briket dalam 1 Nampan	1200Pcs

Pada table 3.3 merupakan, spesifikasi oven briket yang ada di perusahaan yang berkapasitas 5 ton di setiap oven, dengan jumlah 11 rak dan 20 nampan dalam 1 rak briket, dan jumlah briket dalam 1 nampan yaitu 1.200pcs.



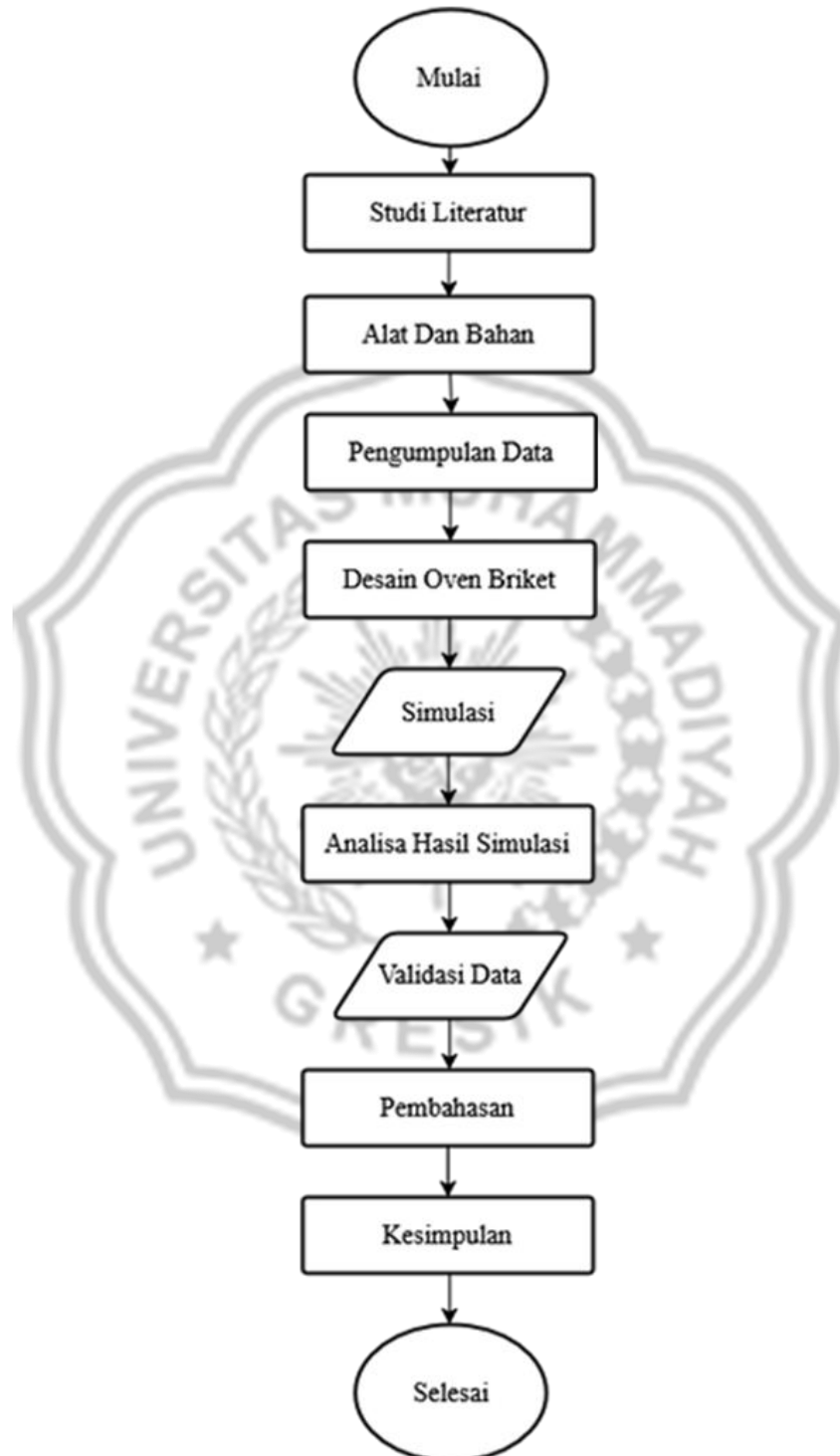
Gambar 3. 8 Visualisasi Oven briket

Pada gambar 3.8 merupakan visualisasi dari oven briket dengan kecepatan udara di *inlet* yaitu 09.97 m/s dan blower 18 inch dengan total 4 *exhaust* / outlet, dengan turbulensi *heat flow* berada di dinding insulasi dan detailing pada jarak antar layer rak briket yaitu 90 mm.

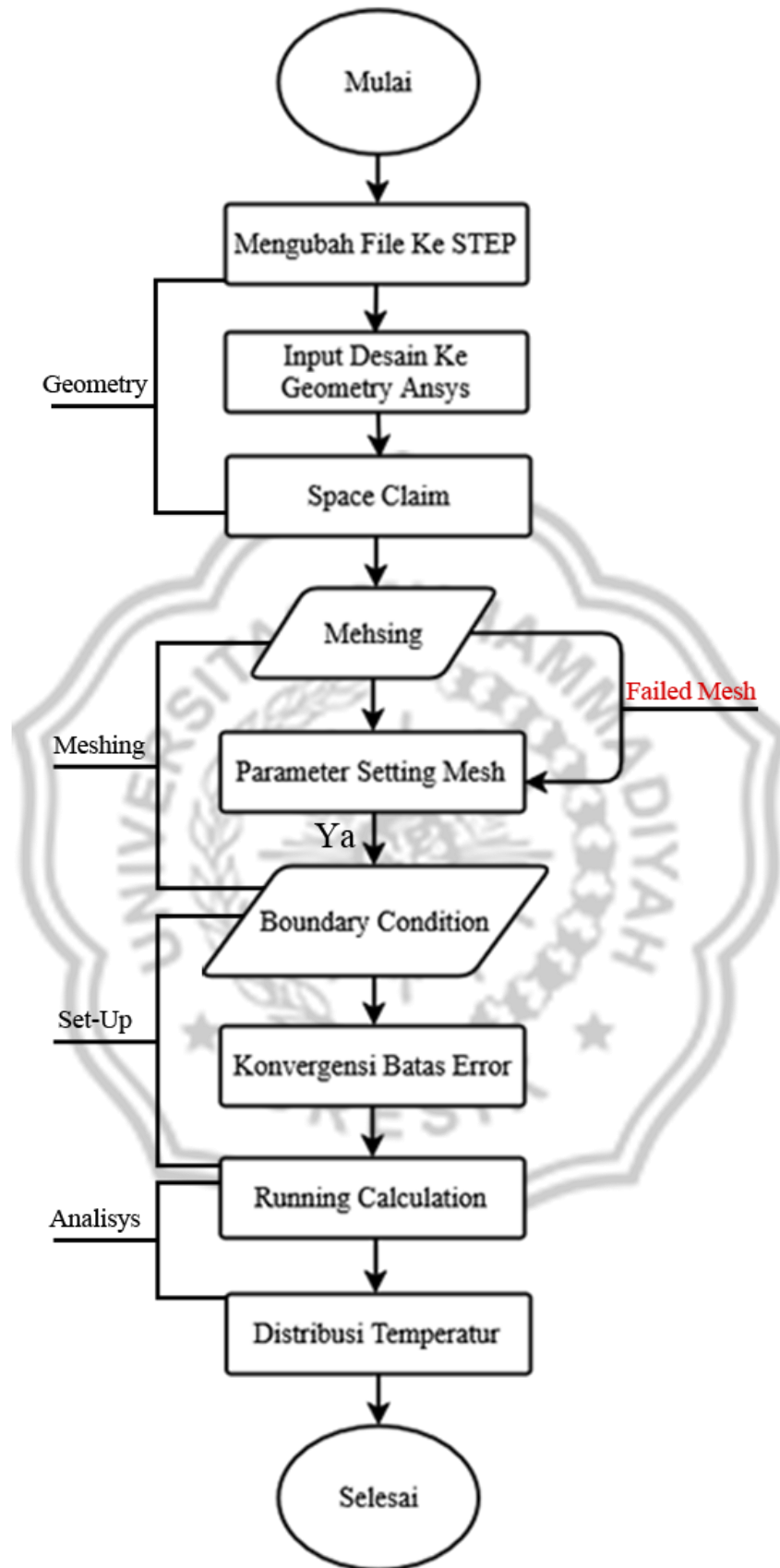
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Diagram Alir (*Flowchart*)

Penelitian ini dilakukan menggunakan proses, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9 dan 3.10.



Gambar 3. 9 Diagram alir penelitian (*Flowchart*)



Gambar 3. 10 Diagram alir simulasi *Ansys Workbench*

Pada penelitian simulasi ini terdiri dari tiga tahapan utama yaitu : *Preprocessing*, *Processing*, dan *Postprocessing*. Simulasi visual terhadap oven briket menggunakan distribusi temperatur dan kecepatan aliran fluida udara melalui blower 18inc pada oven, dilakukan secara numerik dengan memanfaatkan *Software Ansys Workbench 2023R1* melalui *ansys fluent*.

Adapun penjabaran dari diagram alur penelitian (*flowchart*) dan diagram alir simulasi sebagai berikut :

1. Mengumpulkan dan memahami literatur.

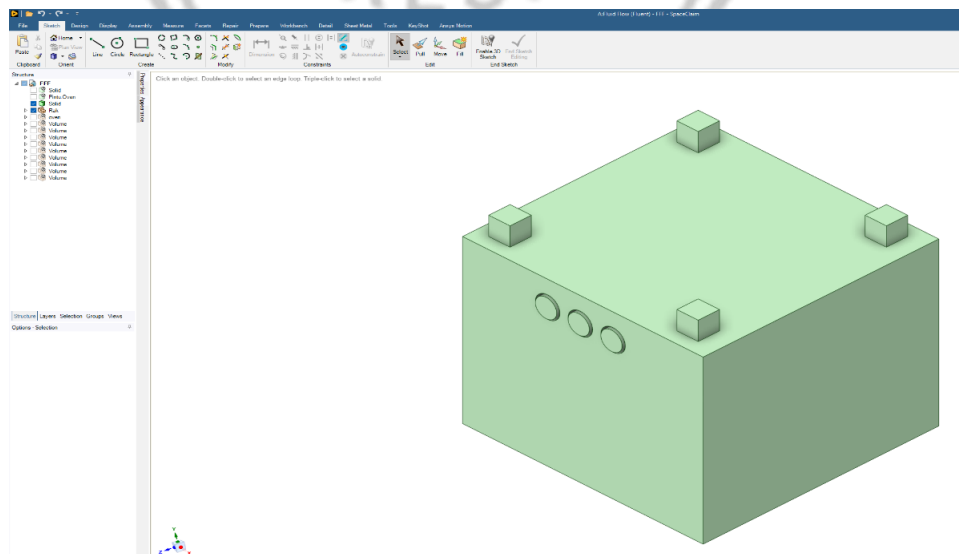
Data dari beberapa referensi seperti buku, jurnal yang berkaitan dengan perpindahan panas yang terjadi pada oven, serta parameter yang berpengaruh terhadap perpindahan panas pada oven briket.

2. Membuat desain oven briket dari PT.A.

Pembuatan desain oven briket beserta tungku pembakarannya dan rak yang digunakan untuk menampung briket menggunakan *Software Autodesk Inventor 2025*. Desain oven dapat dilihat di gambar 3.2.

3. *Import geometry* pada *Ansys Workbench*.

Setelah mendesain oven dan dipadukan dengan dimensi aktual yang ada diperusahaan, file tersebut di *export* dalam format CAD (Step) kemudian di *import* ke dalam modul *geometry* pada *software Ansys Workbench*, proses import dilakukan dengan klik kanan pada bagian “*Geometry*”, kemudian pilih “*Import Geometry*” lalu menentukan file Step yang akan dimasukkan Bisa dicermati dalam gambar 3.11.

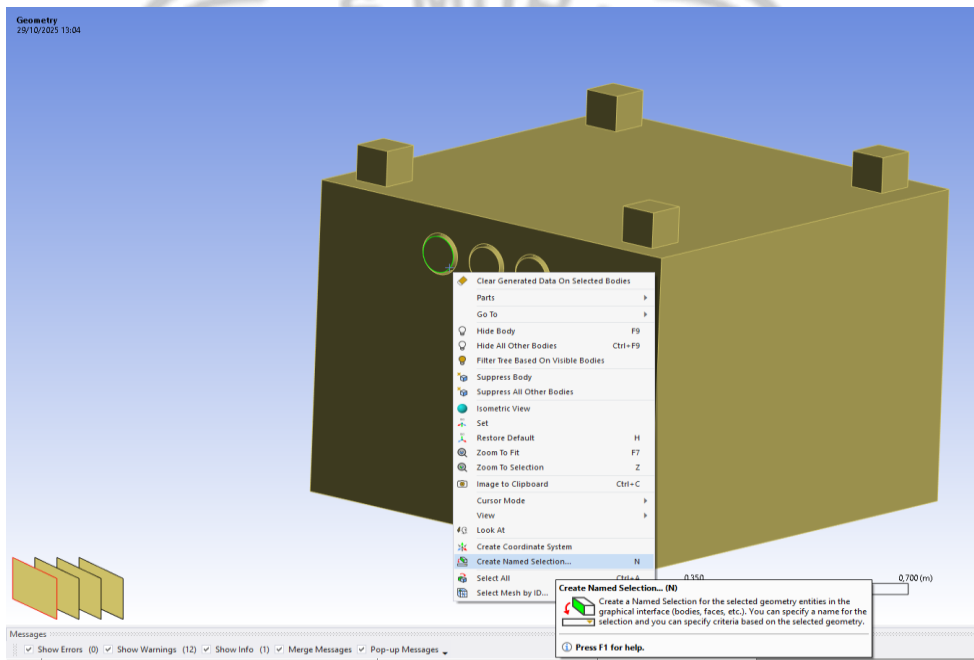


Gambar 3. 11 *View Input Geometry Ansys Workbench*

4. Proses *Meshing*

Sebelum masuk ke proses *meshing* pembuatan *fluid domain* terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran 3 dimensi yang melintasi blower pada oven lalu ditabrakan ke dinding insulasi kemudian disebarkan ke rak untuk pengeringan briket.

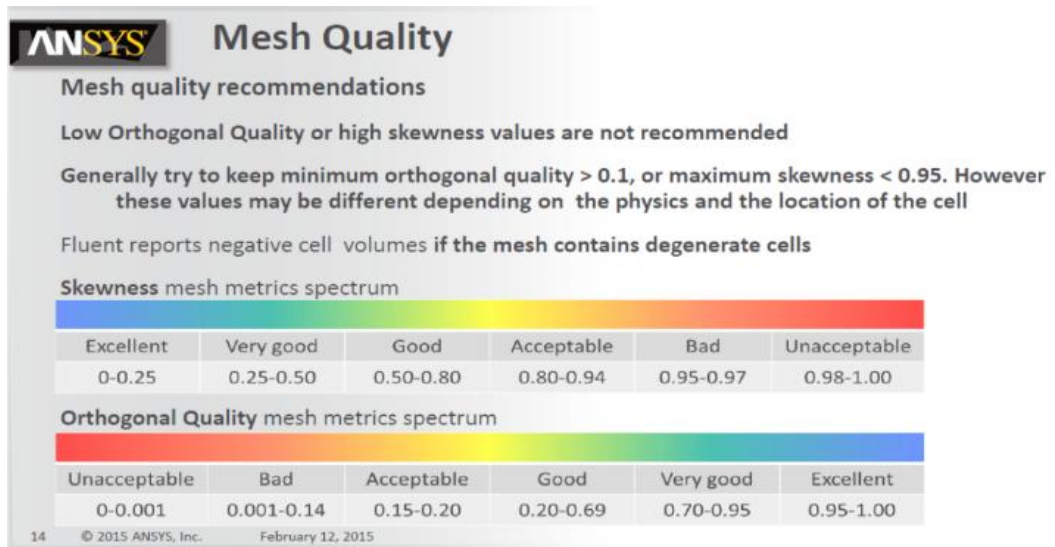
Langkah selanjutnya Adalah menetapkan kondisi batas (*Boundary Condition*) yang bertujuan untuk mempermudah pengambilan data, khususnya memilih *geometry* tertentu yang nilainya akan dimasukkan untuk menjalankan *software CFD-Solver Manager*, dalam penelitian ini ada tiga kondisi batas yaitu *inlet*, *outlet*, dan *wall*. *Inlet* sebagai daerah input *properties* berupa aliran fluida udara yang masuk dan *outlet* sebagai batas analisa laju aliran fluida yang keluar melalui *exhaust* pada oven. Pemberian nama kondisi



Gambar 3. 12 *Create Name Selection for boundary condition*

Setelah pembuatan *domain* pada suatu *fluida*, proses dilanjutkan ke tahap *meshing* yaitu pembagian volume fluida ke dalam elemen-elemen kecil (*Mesh*). Proses ini membagi struktur menjadi bagian-bagian lebih kecil menggunakan perangkat lunak *Ansys Fluent*, semakin halus ukuran *mesh*nya maka semakin detail hasil visualisasi dari aliran fluida. Ada 2 hasil dari proses *meshing*, yakni *absolute mesh* dan *error mesh* yang menandakan berhasil atau tidaknya suatu *meshing*, jika terjadi kegagalan harus mengulang dan memperbaiki hasil desain atau memperkecil nilai dari *curvature min size*

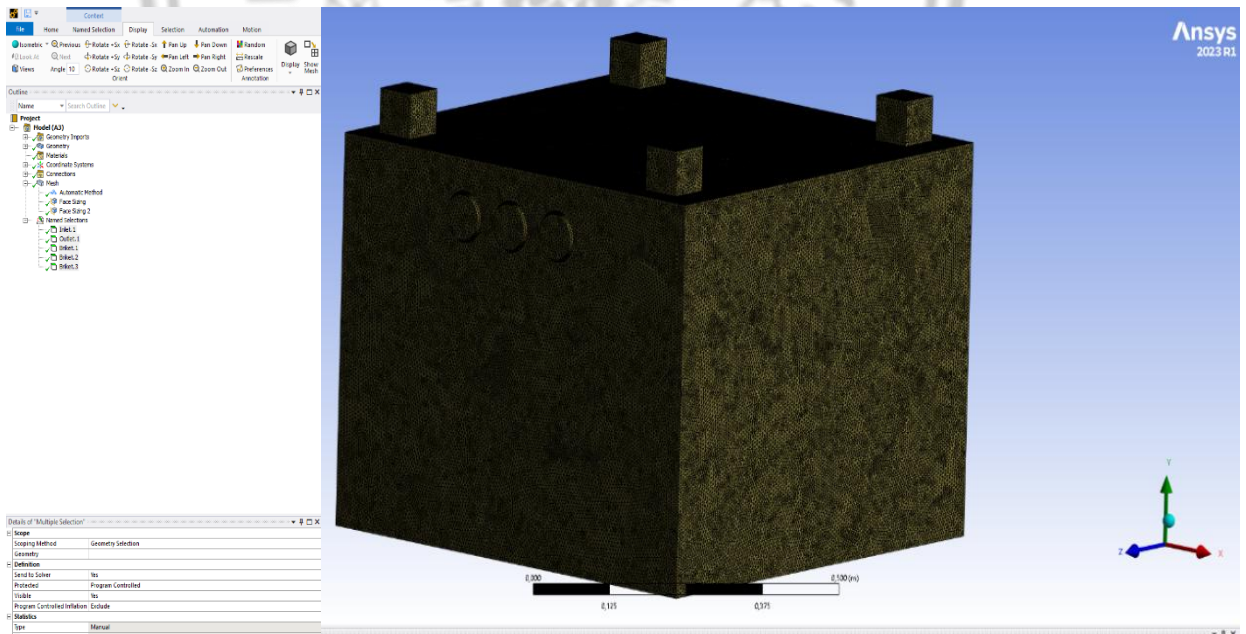
meshing untuk mendapatkan *skewness* yang bagus untuk standart *mesh quality Ansys Metric* Bisa dicermati dalam gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Mesh quality Ansys Metric

Berikut merupakan tahap membuat *meshing* bisa dilihat di gambar 3.14.

- Klik *mesh* pada *Ansys workbench*, maka akan muncul tampilan *meshing* Bisa dicermati dalam gambar 3.14, lalu akan muncul beberapa parameter pada layer untuk di setting untuk membantu keberhasilan suatu *meshing*.



Gambar 3. 14 View pada jendela *meshing*

- Parameter input yang akan digunakan akan mempengaruhi kualitas serta jumlah *mesh* yang dihasilkan untuk menentukannya input nilai di *curvature min size* kemudian lihat di *quality mesh metric* untuk melihat *skewness max* nya, untuk pengaturan parameter bisa dilihat di gambar 3.13 dan 3.14.

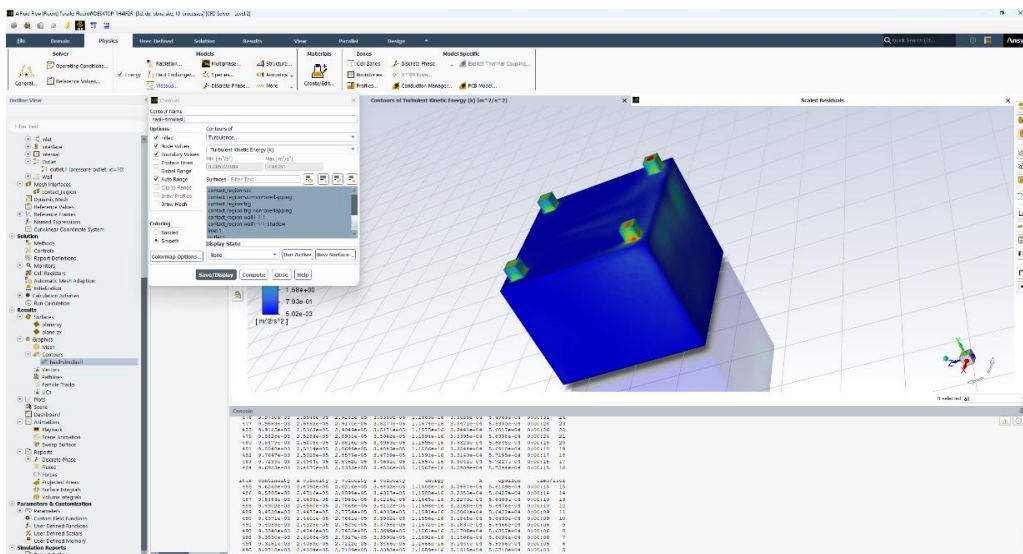
Details of "Mesh"	
<input type="checkbox"/> Max Size	Default (1, e-002 m)
Mesh Defeaturing	Yes
<input type="checkbox"/> Defeaturing Size	Default (2,5e-005 m)
Capture Curvature	Yes
<input type="checkbox"/> Curvature Min Size	Default (5, e-005 m)
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default (18,°)
Capture Proximity	No
Bounding Box Diagonal	1,2121 m
Average Surface Area	1,443e-002 m ²
Minimum Edge Length	1,25e-002 m
<input type="checkbox"/> Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
<input type="checkbox"/> Target Skewness	Default (0,9)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Skewness
<input type="checkbox"/> Min	2,4244e-006
<input type="checkbox"/> Max	0,79975
<input type="checkbox"/> Average	0,21818
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	0,11647
<input type="checkbox"/> Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
<input type="checkbox"/> Transition Ratio	0,272
<input type="checkbox"/> Maximum Layers	5
<input type="checkbox"/> Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre

Gambar 3. 15 Parameter *setting mesh*

5. *Setup (Preprocessing)*

Pasca penyelesaian *mesh* pada *geometry*, untuk langkah selanjutnya di fase *setup*. Fase dimana semua data yang dapat di masukan sesuai dengan yang diinginkan mulai dari *models*, *materials*, *boundary condition*, *reference value*. Tahap *setup* dapat dilanjutkan dengan cara klik 2 kali pada *fluid flow fluent*

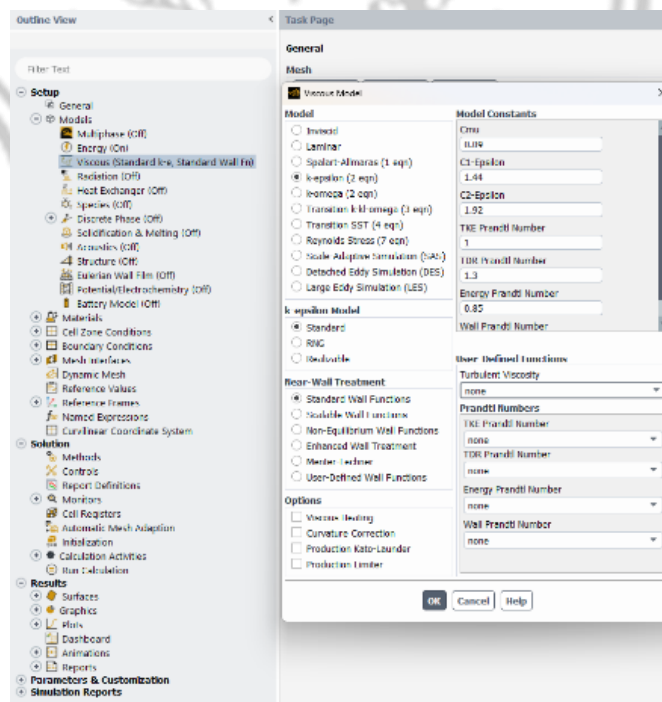
di menu *Ansys Workbench* di nomer 3. Untuk proses *setup* bisa dilihat di gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Fase *setup* atau *preprocessing*

6. Fluid Model

Menentukan model fluida di pengaturan *models*, yang harus dilakukan menentukan *viscous model* nya. Pada penelitian ini menggunakan aliran turbulen dengan *viscous model* K-epsilon (2 eqn) dengan k-epsilon model standart, dengan harapan model tersebut mampu memberikan hasil yang lebih akurat dalam memprediksi distribusi laju aliran fluida Bisa dicermati dalam gambar 3.17.



Gambar 3. 17 *Viscous model k-epsilon*

7. Sifat fisik Material

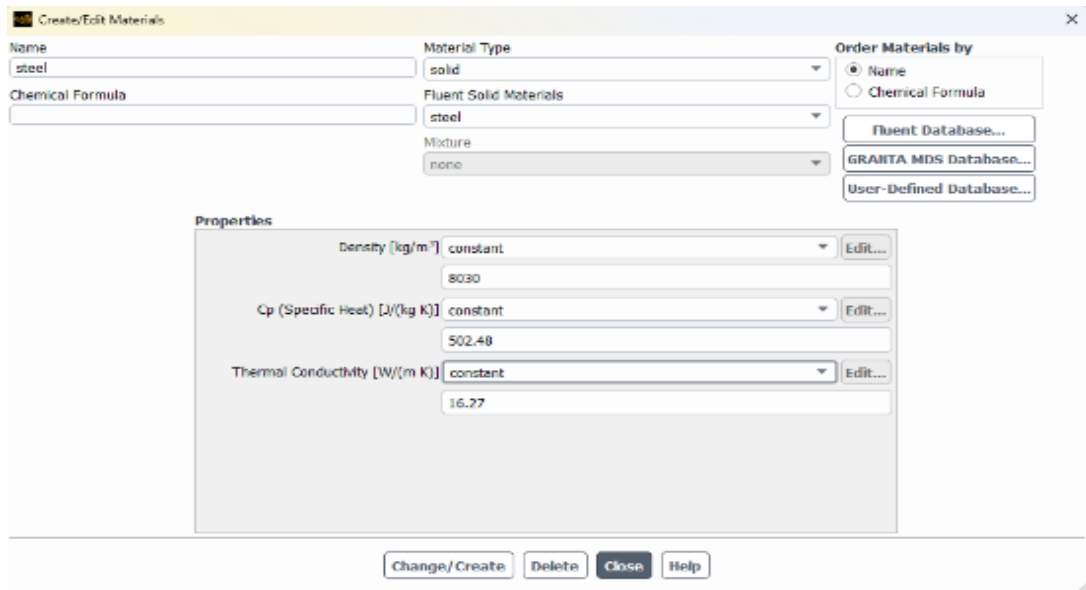
Untuk mendefinisikan sifat fisik material yang akan digunakan dalam pemodelan fluida dinamis (CFD), menu material ini memiliki data sifat dan material yang akan dimasukkan; dalam penelitian ini, dua material yang digunakan Adalah : 1. Fluida angin (*air*), 2. Untuk solid material (*Steel*) 3. Untuk solid briket. Untuk fluida angin di dapatkan dari blower 18inc yang ada di oven dengan 09.97m/s dan *temperature* 40,3°C, dengan densitas *constant* 1,225 kg/m³ dan viskositas *constant* 1.7894e-05 kg/(m.s), dengan konduktivitas *thermal constant* 0.0242 W/(m k). Proses tersebut bisa dilihat di gambar 3.18 dan 3.19, 3.20.

The screenshot shows the 'Create/Edit Materials' dialog box. The 'Name' field contains 'air'. The 'Material Type' is set to 'fluid'. Under 'Fluent Fluid Materials', 'air' is selected. The 'Mixture' dropdown is set to 'none'. The 'Order Materials by' section has 'Name' selected. The 'Properties' section is expanded, showing the following values:

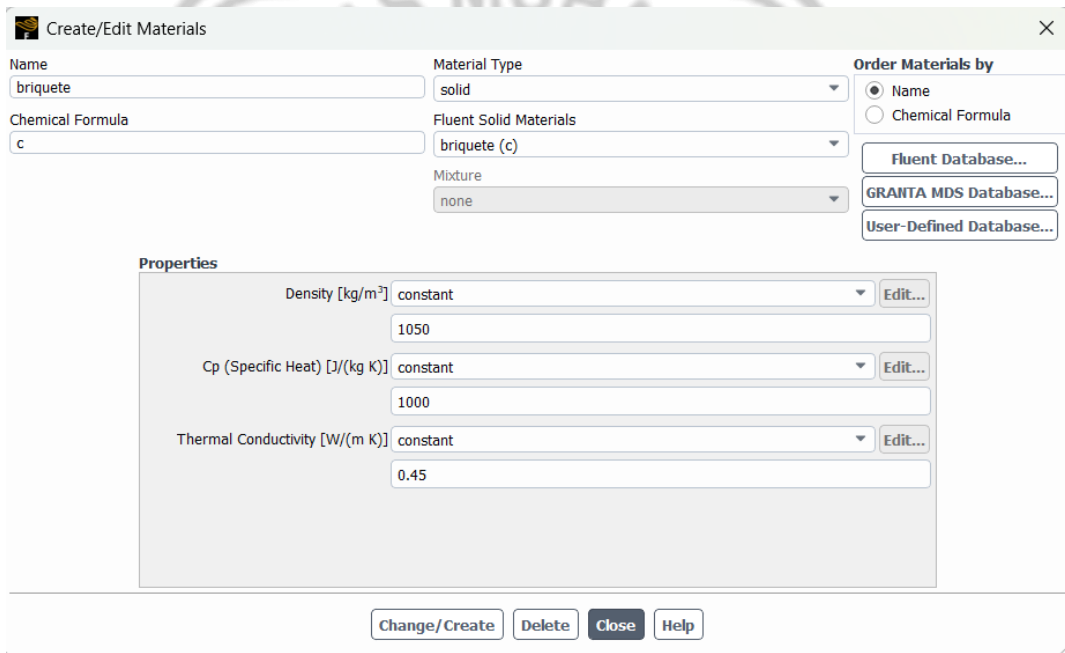
Property	Value
Density [kg/m ³]	constant 1.225
Cp (Specific Heat) [J/(kg K)]	constant 1006.43
Thermal Conductivity [W/(m K)]	constant 0.0242
Viscosity [kg/(m s)]	constant 1.7894e-05

Buttons at the bottom: Change/Create, Delete, Close, Help.

Gambar 3. 18 *Fluid* material



Gambar 3. 19 *Solid material*

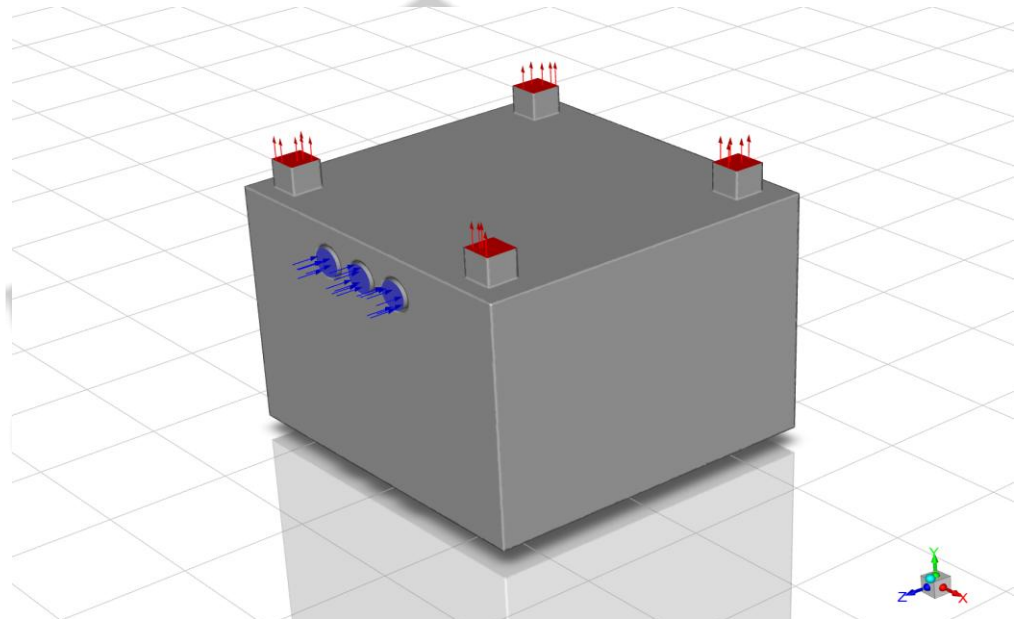


Gambar 3. 20 *Solid materials briquete.*

8. *Boundary condition*

Dalam penelitian ini penentuan kondisi batas (*boundary condition*) yang perlu diperhatikan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *inlet* dan *outlet velocity* aliran udara pada *boundary condition* Bisa dicermati dalam gambar 3.21.
2. Menginput data pada *boundary condition* karena pada penelitian ini menggunakan aliran *compressible* maka perlu menentukan nilai *velocity inlet* dan *outlet* serta batasan pada dinding dan symetris, berikut data input pada *boundary condition* Bisa dicermati dalam table 3.4



Gambar 3. 21 *Inlet dan outlet boundary condition*

Tabel 3. 4 Parameter *boundary condition*

No	Input	Pilihan	keterangan
1	<i>Velocity Inlet</i>	<i>Velocity magnitude, normal to boundary</i>	09.97 m/s
2	<i>Outlet</i>	<i>Gauge pressure</i>	0
3	<i>Thermal</i>	<i>Heat transfer coeficient</i>	0
4	<i>Wall</i>	<i>Shear condition</i>	<i>specified shear</i>
5	<i>Symetris</i>	<i>Shear condition</i>	<i>No slip</i>

9. *Refrance values*

Pada tahap *refrance values* diperlukan pengisian data yang akan digunakan pada proses simulasi, seperti luas penampang (ruangan oven), *velocity*, *viscous*, *density*, *temperature*. Informasi data yang dimasukkan Bisa dicermati dalam table 3.5

Tabel 3. 5 Data input *refrance value*

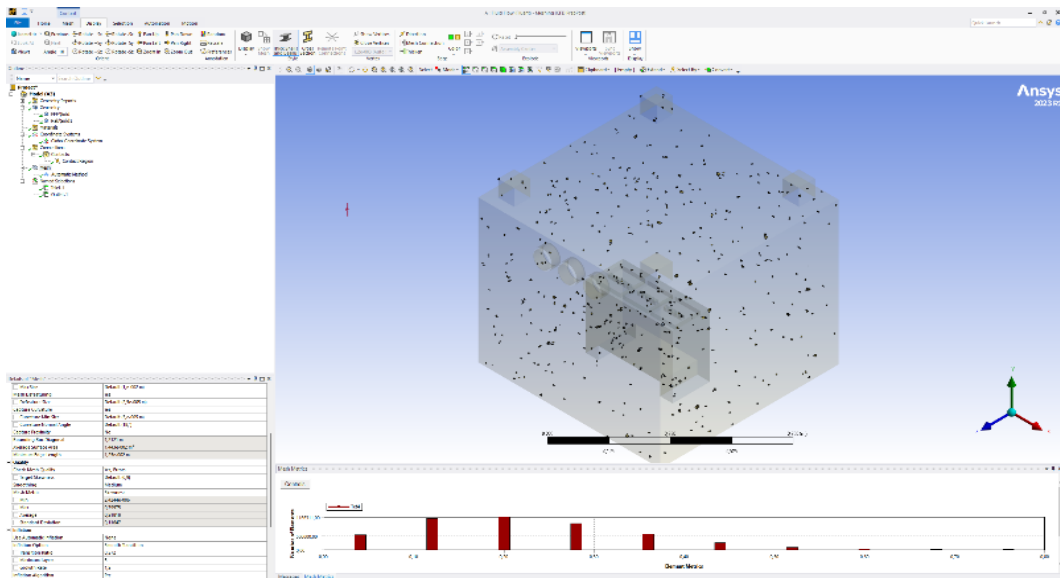
No	Input	nilai
1	Ruangan oven (<i>A</i>)	6m ²
2	Viskositas (μ)	1,7894e-05 Kg /(m s)
3	<i>Temperature</i>	85 °C
4	<i>Velocity</i>	9,97 m/s
5	Densitas (ρ)	1,225 Kg/m ³

10. *Report definition*

Dalam penelitian ini untuk memperoleh nilai *thermal* konduktivitas, *viscosity*, *temperature* pada oven briket, diperlukan pengaturan *report definition* berfungsi untuk melakukan perhitungan serta mendefinisikan hasil perhitungan tersebut dalam bentuk laporan.

11. *Initialization*

Sebelum memulai proses perhitungan, diperlukan tahap (nilai awal dugaan) dalam proses iterasi, yang bertujuan untuk mempercepat tercapainya nilai konvergen nilai konvergen di dapatkan di 1.400 Bisa dicermati dalam gambar 3.22. Merupakan sebaran fluida dari nilai konvergen.



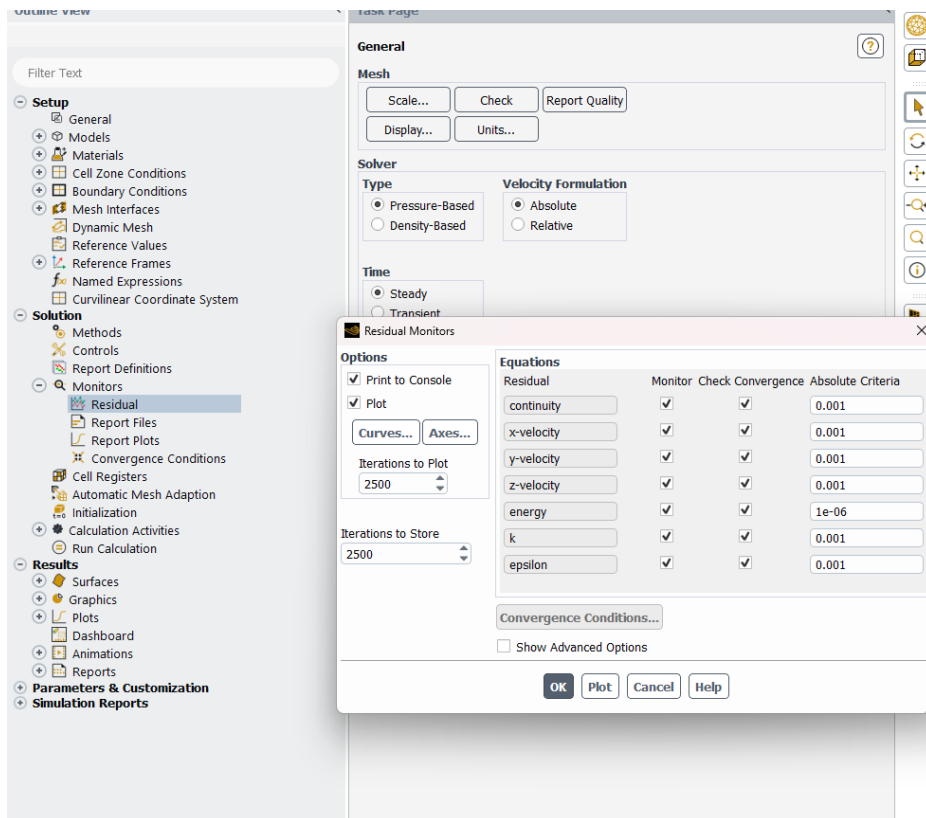
Gambar 3. 22 Sebaran fluida dari nilai konvergen

12. Running calculation

Pada proses ini perlu mengatur *number of iteration* yang dibutuhkan (mengansumsikan sampai konvergen) pada beberapa kasus iterasi digunakan untuk menentukan kriteria nilai konvergen (tebakan awal dari hasil iterasi). Semakin banyak jumlah iterasi maka semakin tinggi tingkat keakurasian yang akan diperoleh. Pada simulasi ini mengansumsikan jumlah *number of iteration* sebanyak 2500-5000.

13. Konvergensi dan batas error

Dalam proses konvergensi, kita dapat menetapkan batas nilai error sesuai dengan yang diinginkan, nilai error ini bergantung pada jumlah iterasi dan kerapatan *mesh* yang digunakan. Semakin kecil nilai error maka hasil simulasi akan akurat dan mendekati kondisi nyata pada oven briket, namun jumlah iterasi bukan penentu utama nilai konvergensi, jika batas error sudah tercapai sebelum iterasi maksimum terpenuhi maka proses simulasi akan berhenti secara otomatis, jumlah error dapat diatur pada *residual monitor* Bisa dicermati dalam gambar 3.23.



Gambar 3. 23 Residual monitor

14. Post processing

Proses menganalisa distribusi temperature dari hasil akhir simulasi dan nilai koefisiensi konveksi paksa pada oven dihitung secara manual, untuk menentukan validasi hasil simulasi diperlukan perhitungan pasca simulasi menggunakan rumus koefisiensi konveksi paksa, dan membandingkan dengan hasil validasi dari distribusi temperature yang ada di perusahaan dengan perhitungan dan perbandingan apakah hasil dari simulasi sesuai atau mendekati nilai koefisiensi konveksi paksa pada oven yang dihitung secara manual dan distribusi temperatur di dalam ruangan oven.

15. Grid independensitas test

Grid independensitas test bertujuan untuk menguji pengaruh jumlah *mesh* terhadap hasil simulasi. selain itu juga *grid independensitas test* diperlukan untuk mencari struktur *mesh* terbaik dan terefisien agar pemodelan simulasi memberikan hasil lebih akurat. hal ini diperlukan karena pada penggunaan *fluent* memerlukan keakuratan data baik pada langkah *post-processing* maupun *pre-processingnya* untuk mendekati hasil yang akurat.

3.5 Teknik pengumpulan data dan analisa data

Penelitian ini dilakukan secara visualisasi menggunakan perangkat lunak *Ansys Workbench* menggunakan model *fluid flow (fluent)* sebagai media simulasi, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh distribusi temperatur terhadap variasi *exhaust* dengan perpindahan panas konveksi paksa pada oven briket, serta menganalisis distribusi temperatur terhadap 2 jenis *exhaust* yang berbeda pada oven briket. Data yang dikumpulkan diambil dari perusahaan langsung dengan alat anemometer untuk mengukur kecepatan angin dan temperature dari fluida angin, dan data dari *monitoring* temperatur di oven perusahaan.

Tabel 3. 6 Distribusi temperatur terhadap variasi jumlah *outlet exhaust*.

Parameter	<i>Temperature outlet</i>	<i>Velocity outlet</i>	<i>Temperature inlet</i>	<i>Velocity inlet</i>
Oven 4 <i>Exhausts</i>				
Oven 2 <i>Exhaust</i>				

Tabel 3. 7 Material.

Material	Massa Jenis (kg/m^3)	Spesifik panas ($J/kg \cdot K$)	Konduktivitas <i>Thermal</i> ($W/m \cdot K$)
Plat Galvalum 1mm	7,80 kg/m^3	0,470 J/kg	52 $W/m \cdot K$
Plat L <i>steel</i>	7,85 kg/m^3	0,490 J/kg	50 $W/m \cdot K$
<i>Glasswool</i>	5~20 kg/m^3	1000 J/kg	0,04 $W/m \cdot K$

Tabel 3. 8 *Grid independesitas test*.

Geometry	Jumlah Cel (jt)	<i>Skewnees</i>	THTR [W]	Temperatur Thermocouple °C	Error %
Oven 4 <i>Exhaust Mesh 1</i>					
Oven 4 <i>Exhaust Mesh 2</i>					
Oven 4 <i>Exhaust Mesh 3</i>					
Oven 4 <i>Exhaust Mesh 4</i>					