

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian ekperimental semu, yaitu melakukan studi literatur untuk mencari hubungan sebab akibat dalam suatu proses melalui pengumpulan data dari berbagai sumber, kemudian data tersebut diolah dalam simulasi yang menggunakan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada waktu dan tempat sebagai berikut :

Tempat : Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Waktu : Agustus – Desember 2014

#### 3.3 Variabel Yang Diteliti

##### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Pada penelitian ini variabel bebasnya adalah jenis dan kecepatan fluida di dalam pipa *riser* sebagai berikut :

1. Pipa *riser* dengan fluida mengalir dalam pipa *fuel oil liquid* :
  - *Viscosity* :  $4,8 \cdot 10^{-2}$  Pa s
  - *Density* :  $960 \text{ kg/m}^3$
  - *Velocity* : 5,44 m/s, 10,88 m/s, dan 16,32 m/s
2. Pipa *riser* dengan fluida mengalir dalam pipa *methane* :
  - *Viscosity* :  $1,087 \cdot 10^{-5}$  Pa s
  - *Density* :  $0,6679 \text{ kg/m}^3$
  - *Velocity* : 5,44 m/s, 10,88 m/s, dan 16,32 m/s
3. Pipa *riser* dengan tanpa fluida mengalir di dalam pipa

### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah tegangan pada pipa *riser*.

### 3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dibuat konstan, dalam penelitian ini yang menjadi variabel terkontrol adalah :

- Besarnya diameter pipa *riser* yaitu 12 inch.
- Properti material pipa *riser* yang digunakan.
- Arus laut mengalir pada bilangan Reynold  $7 \times 10^5$ .

## 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk instalasi pipa adalah baja karbon ASTM B.314 A53 dengan kandungan karbon  $\leq 0.30\%$  di karenakan pipa dengan material ini berfungsi untuk mendistribusikan fluida hasil penambangan berupa gas, minyak bumi dan air. ( Mohindar L. Nayyar, P.E, 2002 : 92 )

Karakteristik material yang akan disimulasikan adalah sebagai berikut :

- Modulus Elastisitas (E) = 203.39 GPa
- Angka *Poisson* ( $\nu$ ) = 0.3
- *Yield Strength* ( $\sigma_y$ ) = 206.84 MPa
- *Tensile strength* ( $\sigma_u$ ) = 413.68 MPa
- *Shear Modulus* = 77.22 GPa

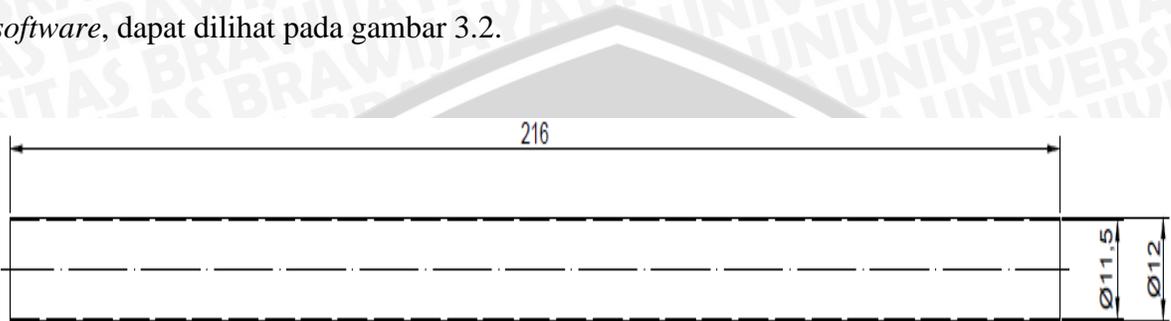
### 3.4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan sebagai penelitian ini adalah komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

- |                  |   |
|------------------|---|
| Operating System | : MS Windows 7 Ultimate 64-bit              |
| Prosesor         | : Intel (R) Core (TM) i7-3770 CPU @3,40 GHz |
| RAM              | : 16384 GB Dual-Channel DDR @200 MHz        |

### 3.5 Geometri Benda Kerja

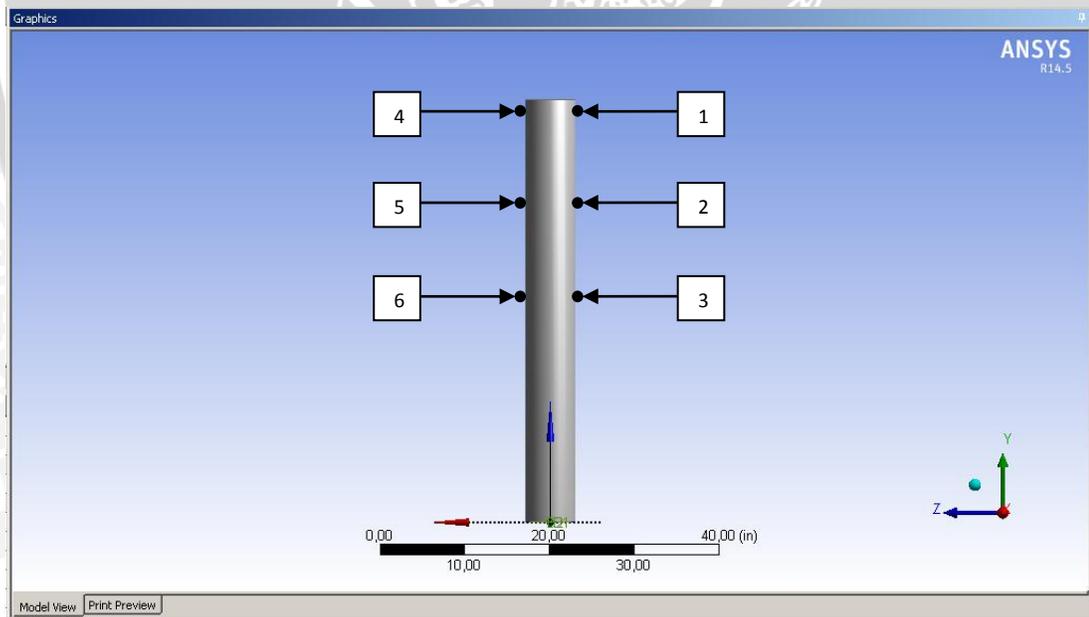
Geometri benda kerja dibuat pada ANSYS *Design Modeler software*. Geometri pemodelan pipa riser ditunjukkan pada gambar 3.1 dalam satuan inchi. Dari geometri pemodelan kemudian dibentuk menjadi model 3D pipa pada ANSYS *Design Modeler software*, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.1 Geometri Struktur Pipa Riser  
Sumber : Dokumentasi pribadi

### 3.6 Titik Pengujian

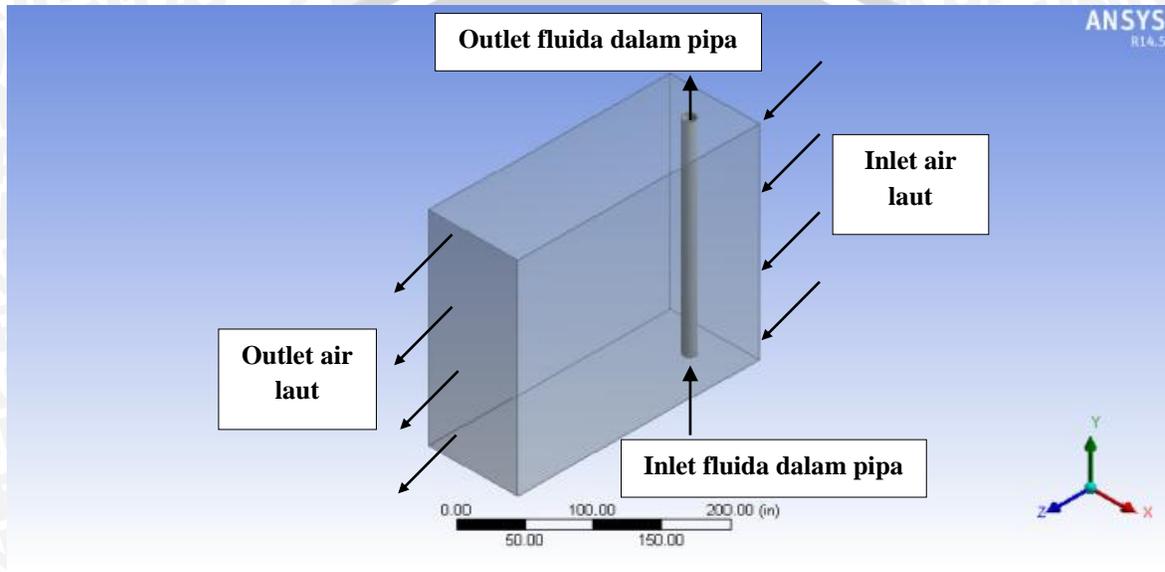
Pada gambar 3.2 berikut merupakan posisi titik pengambilan data distribusi tegangan pada *body* pipa riser. Terdapat 6 titik pengambilan data.



Gambar 3.2 Titik Pengujian  
Sumber : Dokumentasi pribadi

### 3.7 Pembebanan Arus Laut terhadap Pipa

Pembebanan yang diterima oleh pipa *riser* pada simulasi berasal dari arus laut yang mengenai *body* pipa *riser* dan aliran fluida dalam pada pipa *riser*. Pada gambar 3.3 menjelaskan posisi pipa *riser* dan kotak air laut. Pada setiap sisi kotak air laut diberikan parameter pendeskripsian *symmetry*, sehingga simulasi ini merupakan aliran eksternal.



Gambar 3.3 Pembebanan Arus Laut terhadap Pipa *Riser*

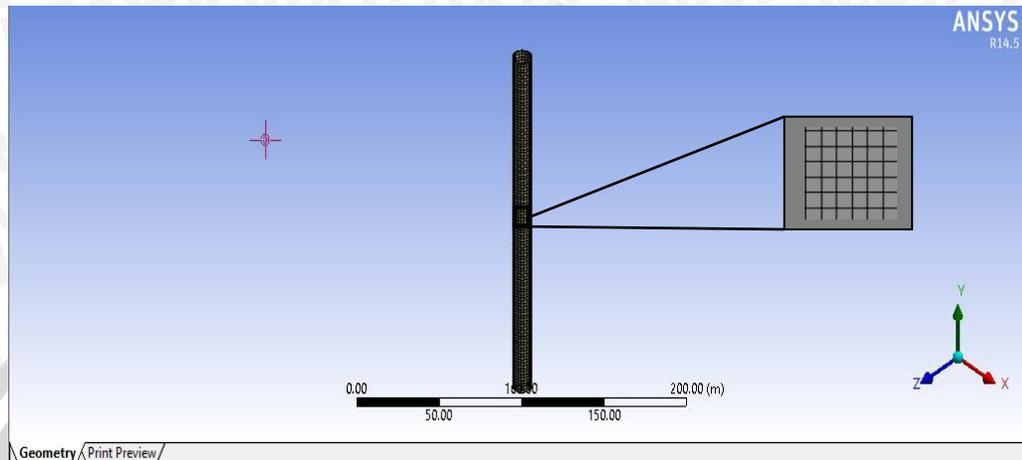
Sumber : Dokumentasi pribadi

### 3.8 Meshing

*Meshing* adalah proses membagi spesimen menjadi elemen-elemen kecil. Semakin kecil elemen yang dibentuk semakin besar pula persamaan yang harus diselesaikan oleh *software* sehingga beban komputer akan semakin besar tetapi hasil yang akan diperoleh juga semakin akurat. Jadi semakin kecil elemen *meshing*, maka hasil yang didapatkan semakin akurat.

*Meshing* pada *software* ANSYS 14.5 dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual dan otomatis. Cara manual yaitu *user* akan mendiskritisasi banyaknya elemen yang terbentuk dengan memasukkan tipe, ukuran, dan jumlah elemen *meshing* sesuai dengan yang dikehendaki. Cara otomatis yaitu *user* hanya menentukan tipe elemen, sedangkan ukuran dan jumlah elemen akan ditentukan oleh *software* ANSYS tergantung dari pemodelan benda kerja yang digambar dan spesifikasi komputer yang digunakan. Pada

penelitian ini digunakan *meshing* secara manual dengan penentuan ukuran mesh yang digunakan adalah 5 cm untuk badan pipa *riser*. Didapatkan jumlah elemen 8246 elemen dengan tipe elemen heksahedral. Pada gambar 3.4 ditunjukkan *meshing* pada pipa *riser*.



Gambar 3.4 *Meshing* pada Body Pipa *Riser*

Sumber : Dokumentasi pribadi

### 3.9 Langkah-langkah Simulasi

Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan analisis *software* ANSYS 14.5 *WorkBench* dengan sistem analisis *Computation Fluid Dynamic* dan *Static Structural*.

Langkah-langkah proses simulasi dibagi menjadi 5 tahap, sebagai berikut :

1. *Preprocessing Computation Fluid Dynamic*
2. *Solution Computation Fluid Dynamic*
3. *Preprocessing Static Structural*
4. *Solution Static Structural*
5. *Postprocessing Static Structural*

#### 3.9.1 *Preprocessing Computation Fluid Dynamic*

Pada tahap ini dilakukan pemodelan *riser* dan kondisi batas air laut sebagai berikut :

1. Menentukan jenis sistem analisa, dalam hal ini dipilih *Computation Fluid Dynamic*.
2. Pembuatan geometri pipa *riser* dan kotak air laut pada *Design Modeler software* ANSYS 14.5 *Workbench*.
3. Menentukan domain dari *riser* dan kondisi batas air laut.
4. Menentukan properti kotak air laut dan fluida yang mengalir di dalam *riser*.

### 3.9.2 Solution Computation Fluid Dynamic

Pada tahap ini menentukan banyaknya iterasi dalam penyelesaian. Dalam simulasi ini dipilih :

1. Distribusi *Velocity*.
2. Distribusi *Pressure*.

### 3.9.3 Preprocessing Static Structural

Pada tahap ini dilakukan pemodelan pipa *riser* sebagai berikut :

1. Menentukan jenis sistem analisa, dalam hal ini dipilih *Static Structural*.
2. *Import Result Solution* dari *Computation Fluid Dynamic* pada *Setup Static Structural*.
3. Menentukan properti material pipa *riser* .
4. Menentukan tumpuan *Fix Point* pada permukaan bagian bawah dan *Displacement* pada bagian atas pipa *riser*

### 3.9.4 Solution Static Structural

Pada tahap ini mendefinisikan jenis analisa yang akan digunakan dengan memasukkan kondisi batas dan menentukan *body* pipa *riser* yang dikenai pembebanan selama simulasi *Computation Fluid Dynamic*. Dalam simulasi ini dipilih :

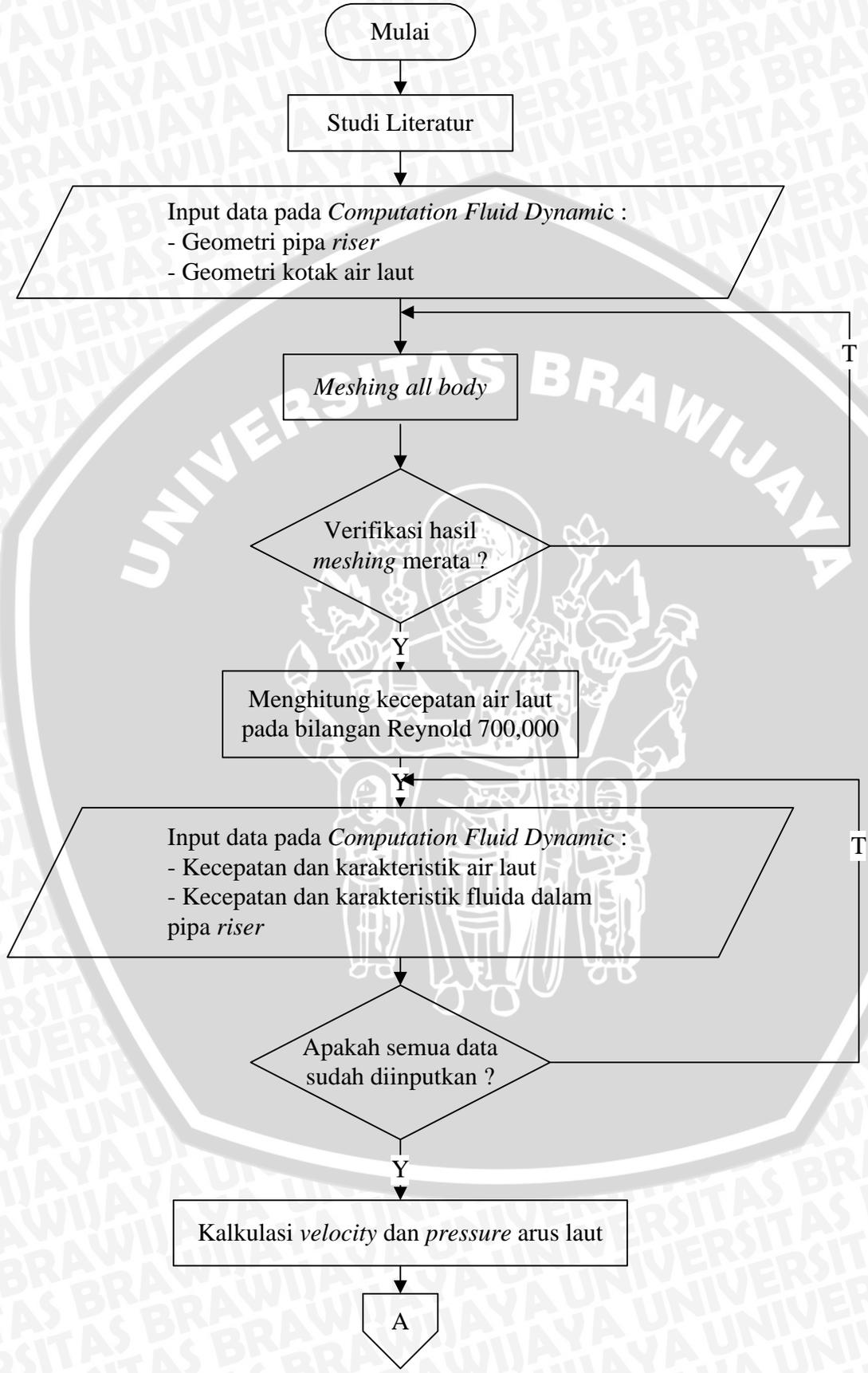
1. *Maximum Principle Stress* pada semua *body* pipa *riser*.
2. *Total Deformation* pada semua *body* pipa *riser*.

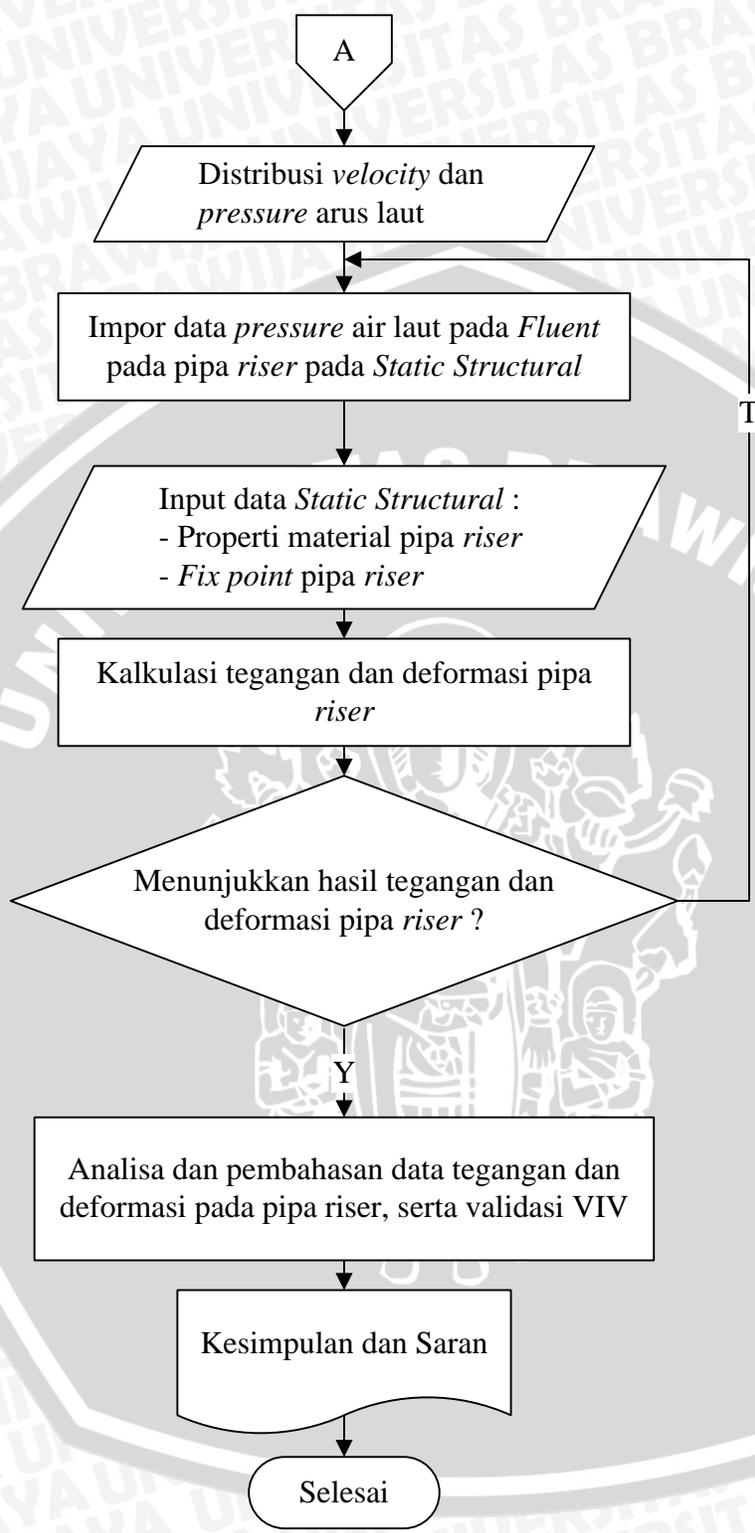
### 3.9.5 Postprocessing Static Structural

Menganalisis hasil dari proses simulasi yang telah dilakukan ke dalam grafik. Dalam penelitian ini dilakukan analisa tegangan dan deformasi total pada titik pengujian yang telah ditentukan pada bagian *body* pipa *riser*.

## 3.10 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Alur pemikiran yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) pelaksanaan penelitian yang ditunjukkan pada gambar 3.5 sebagai berikut :





Gambar 3.5 Diagram alir penelitian  
Sumber : Dokumentasi pribadi