

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental semu di mana seluruh variabel yang digunakan dalam penelitian ini diimplementasikan ke dalam bentuk elemen hingga menggunakan simulasi komputer. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi yang kemudian dapat digunakan sebagai acuan dalam eksperimental nyata. Dengan menggunakan prosedur dan tata cara yang serupa dengan metode eksperimental nyata diharapkan dalam eksperimental semu ini penulis mendapatkan data hasil eksperimen yang sedekat mungkin dengan hasil yang diperoleh dari eksperimental nyata.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Komputer Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada 8 Maret 2016 sampai 21 Juli 2016.

#### 3.3 Variabel Penelitian

##### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang telah ditentukan sebelum melakukan penelitian di mana besarnya variabel ini akan berpengaruh dan menentukan hasil penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis base material yang digunakan yaitu :

- a. *Low-Carbon Steel* AISI 1010
- b. *Aluminium Alloy* 2014-T451
- c. *Titanium Grade* 1
- d. *Stainless Steel* 304
- e. *Nickel Alloy* 200
- f. *Magnesium Alloy* WE54-T6

### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel hasil yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah melalui proses penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah distribusi tegangan sisa yang dihasilkan dari proses *shot peening*.

### 3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel dengan nilai yang tidak berubah-ubah selama penelitian dan diterapkan ke seluruh variasi penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :

- *Shot peening type* : *single shot*
- *Shot Media* : *Stainless Steel Ball Ø 0,4 mm*
- *Shot Velocity* : *50 m/s*

### 3.4 Material Properties

Pada penelitian ini akan ada 7 jenis material yang berbeda di mana 6 jenis sebagai spesimen dan 1 jenis media penembakan dan berikut adalah spesifikasi masing-masing jenis material :

- *Low-Carbon Steel* AISI 1010 Steel
  - *Density* ( $\rho$ ) = 7,87 g/mm<sup>3</sup>
  - *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 205 GPa
  - *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 305 MPa
  - *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 365 MPa
  - *Elongation* ( $e$ ) = 20 %
  - *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,29
- *Aluminium Alloy* 2014-T451
  - *Density* ( $\rho$ ) = 2,80 g/mm<sup>3</sup>
  - *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 72,4 GPa
  - *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 250 MPa
  - *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 400 MPa
  - *Elongation* ( $e$ ) = 14 %
  - *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,33

- **Titanium Grade 1**

- *Density* ( $\rho$ ) = 4,51 g/mm<sup>3</sup>
- *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 100 GPa
- *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 240 MPa
- *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 330 MPa
- *Elongation* ( $e$ ) = 30 %
- *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,34

- **Stainless Steel 304**

- *Density* ( $\rho$ ) = 8,00 g/mm<sup>3</sup>
- *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 193 GPa
- *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 215 MPa
- *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 505 MPa
- *Elongation* ( $e$ ) = 70 %
- *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,29

- **Nickel Alloy 200**

- *Density* ( $\rho$ ) = 8,90 g/mm<sup>3</sup>
- *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 207 GPa
- *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 148 MPa
- *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 462 MPa
- *Elongation* ( $e$ ) = 47 %
- *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,31

- **Magnesium Alloy WE54-T6**

- *Density* ( $\rho$ ) = 1,85 g/mm<sup>3</sup>
- *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 44,5 GPa
- *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 225 MPa
- *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 280 MPa
- *Elongation* ( $e$ ) = 4 %
- *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,27

- *Shot Media* ( AISI Type 420F Stainless Steel )
  - *Density* ( $\rho$ ) = 7,80 g/mm<sup>3</sup>
  - *Modulus Elasticity* ( $E$ ) = 200 GPa
  - *Tensile Strength, Yield* ( $\sigma_y$ ) = 550 MPa
  - *Tensile Strength, Ultimate* ( $\sigma_u$ ) = 690 MPa
  - *Elongation* ( $e$ ) = 15 %
  - *Poisson's Ratio* ( $\nu$ ) = 0,30

### 3.5 Alat dan bahan

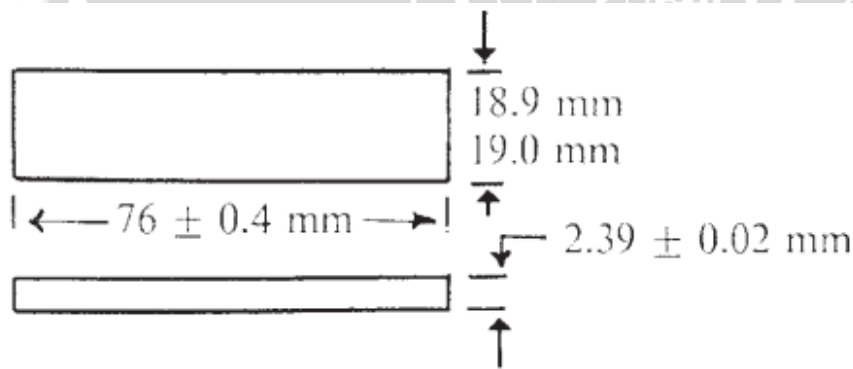
Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah :

- a. 1 Unit Komputer.
- b. *Software* analisa Berbasis Elemen Hingga.

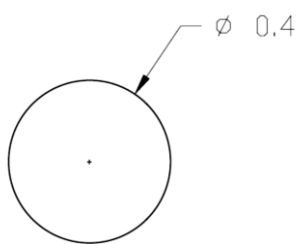
### 3.6 Proses Simulasi

#### 1. Permodelan geometri

Pada simulasi ini menggunakan 2 jenis benda berupa bola sebagai *shot media* dan balok sebagai *base material*. Geometri masing-masing benda memiliki satuan mm dapat dilihat pada gambar 3.1.



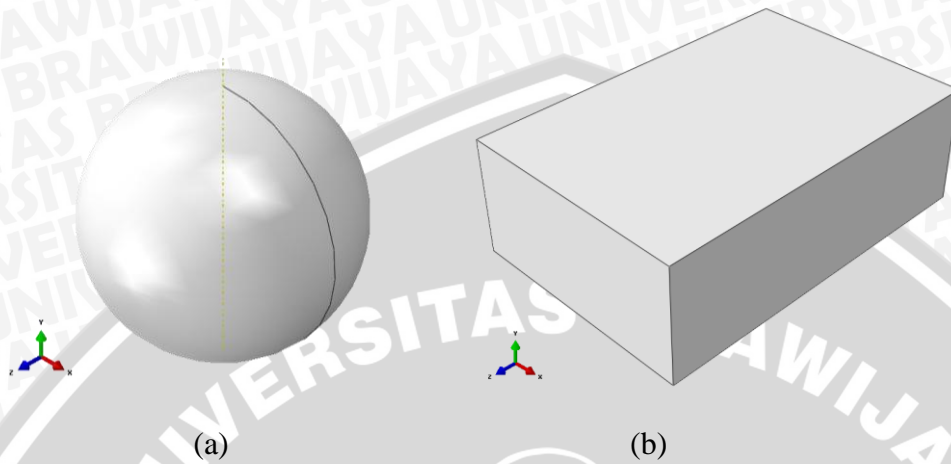
(a)



(b)

Gambar 3.1 : Permodelan 2 Dimensi dari (a) *Base Material*. (b) *Shot Media*.

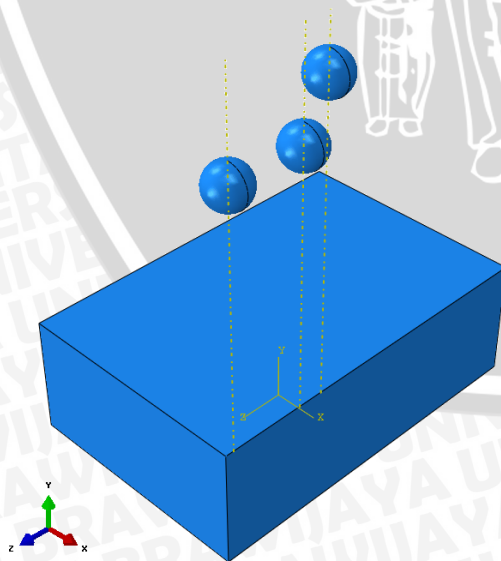
Dengan menggunakan referensi geometri benda yang telah dibuat dengan CAD. Permodelan simulasi membentuk permodelan 3D dari bentuk geometri tersebut. Dan hasil permodelan 3D dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 : Permodelan 3 Dimensi Simulasi (a) *Shot Media*. (b) *Base Material*.

## 2. Rancangan Percobaan

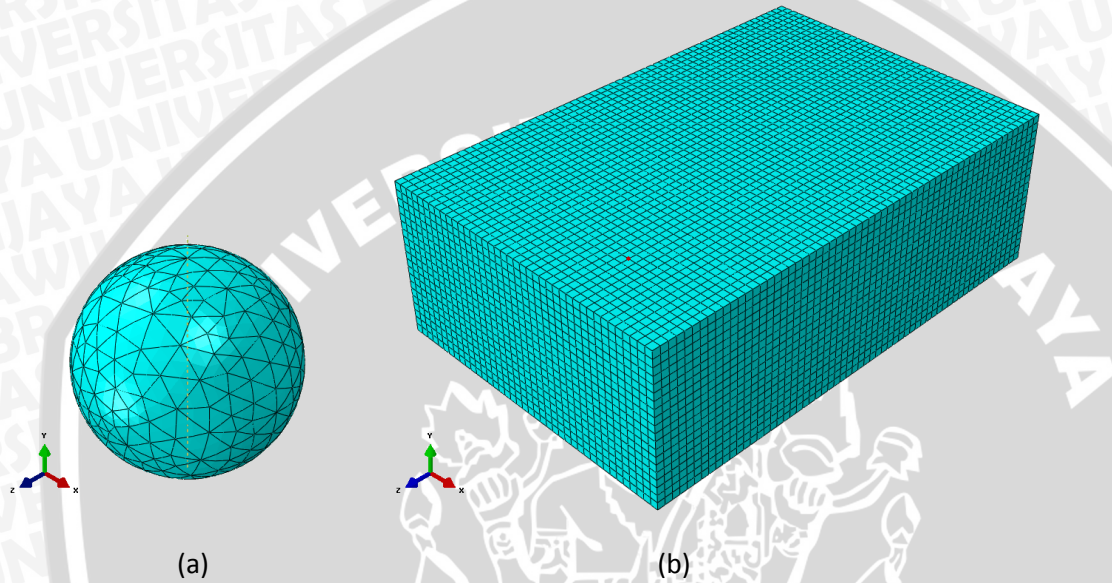
Pada proses simulasi ini penulis melakukan *single shot peening* dengan jumlah penembakan sebanyak 3 kali. Menggunakan 1 *base material* sebagai master surface dan 3 buah *shot media* dengan spesifikasi yang sama namun titik penembakan yang berbeda. Gambar 3.3. akan memberikan gambaran dari rancangan percobaan yang akan dilakukan penulis.



Gambar 3.3 : Rancangan percobaan.

### 3. Meshing

Pada proses simulasi ini penulis menggunakan 2 jenis *meshing* yang berbeda pada 2 buah benda kerja. Pada *Shot media* yang berupa bola penulis menggunakan jenis *mesh* tetragonal, *free distribution* tipe elemen C3D4 dengan *seed* sebesar 0.1 mm. Sedangkan untuk *base material* menggunakan *mesh hexagonal, structured distribution* tipe elemen C3D8R dengan *seed* sebesar 0.05 mm. Gambar 3.4 menunjukkan bentuk *mesh* dari masing-masing benda kerja.



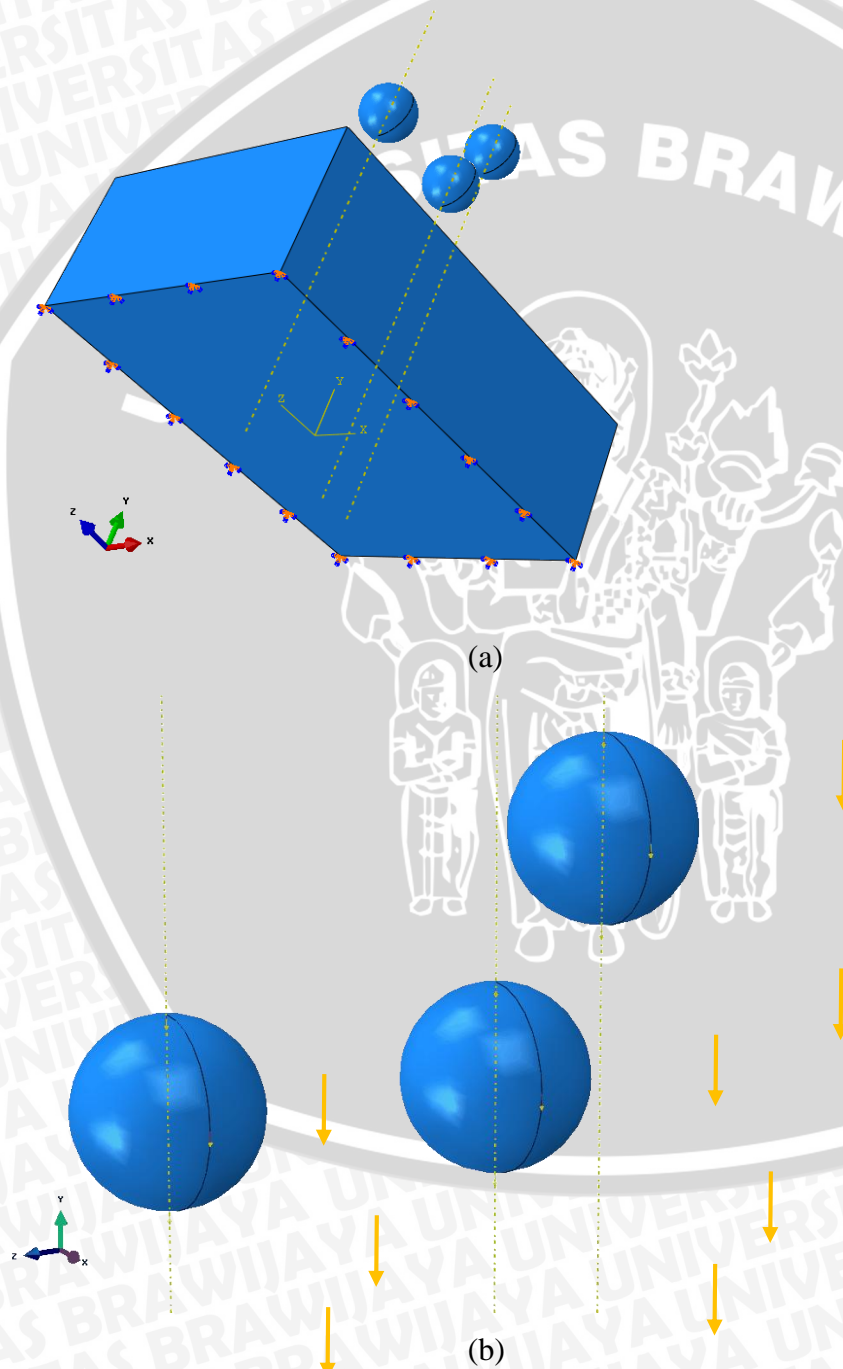
Gambar 3.4 : Bentuk *Meshing* (a) *Shot Media* , (b) *Base Material*.

Tabel 3.1 Contoh tipe elemen dan penamaannya.

	C	3D	20	R	H	T
<p>S4R: Shell, 4-node, Reduced integration</p>						
<p>B31: Beam, 3-D, 1st-order interpolation</p>						
<p>M3D4R: Membrane, 3-D, 4-node, Reduced integration</p>						
<p>C3D8R: Continuum, 3-D, 8-node, Reduced integration</p>						
<p>C3D4: Continuum, 3-D, 4-node</p>						
						Optional: heat transfer convection/diffusion with dispersion control (D), coupled temperature-displacement (T), piezoelectric (E), or pore pressure (P)
						hybrid (optional)
						Optional: reduced integration (R), incompatible mode quad/bricks or improved surface stress formulation tets (I), or modified (M)
						number of nodes
						link (1D), plane strain (PE), plane stress (PS), generalized plane strain (PEG), two-dimensional (2D), three-dimensional (3D), axisymmetric (AX), or axisymmetric with twist (GAX)
						continuum stress/displacement (C), heat transfer or mass diffusion (DC), heat transfer convection/diffusion (DCC), acoustic (AC), electromagnetic (EMC), or coupled thermal-electrical-structural (Q)

#### 4. Kondisi Batas

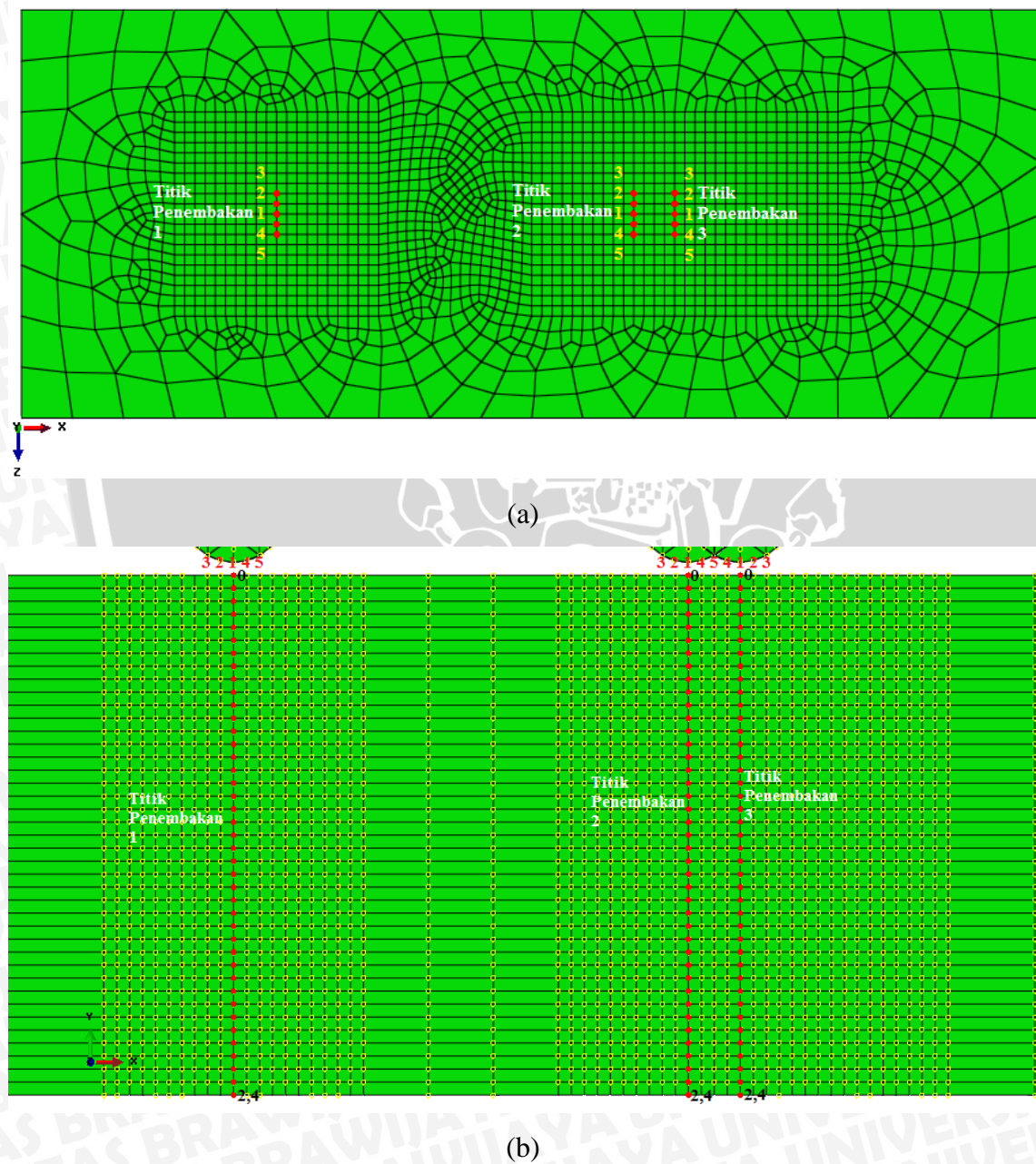
Pada proses simulasi ini penulis memberikan 2 kondisi batas secara umum yang nantinya di terapkan pada masing-masing benda. Pada *base material* akan diterapkan kondisi batas berupa *displacement* untuk mengunci pergerakan *base material* selama proses simulasi. Sedangkan pada *shot media* akan diterapkan kondisi batas berupa *velocity* untuk memberikan kecepatan dan arah gaya yang bekerja pada *shot media* selama simulasi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 : Kondisi batas (a) *displacement* pada *base material* (b) *velocity* pada *shot media*.

### 3.7 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini dilakukan 30 kali pengambilan data pada masing-masing variasi material yang digunakan, di mana pada setiap variasi material terdapat 3 titik penembakan dan pada setiap titik penembakan terdapat 5 titik acuan pengambilan data yang berupa tegangan sisa maupun regangan yang terjadi sepanjang sumbu y dengan jarak 0,05 mm pada masing-masing node pada ke lima titik tersebut. Ilustrasi gambar letak titik-titik pengambilan data dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 : (a) 5 titik acuan pengambilan data , (b) titik pengambilan data sepanjang sumbu y.



### 3.8 Diagram Alir Penelitian

