

III. METODE PENELITIAN

A. Pemodelan

1. Pahat

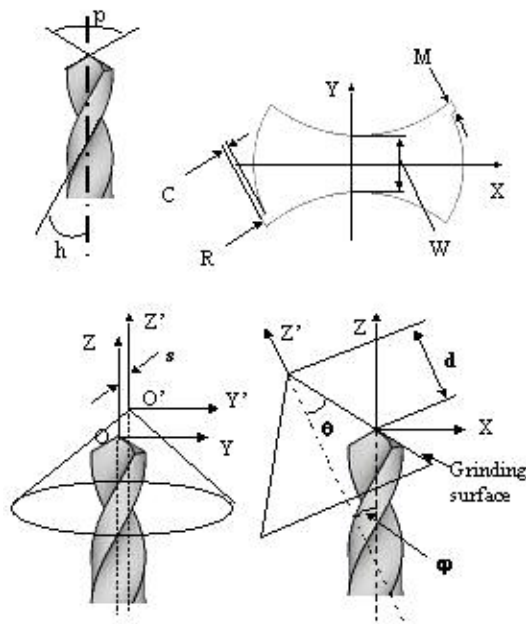
Data sifat-sifat bahan pahat yang digunakan adalah data *High Speed Steel* (HSS).

Data sifat-sifat bahan pahat HSS dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 2. Data sifat-sifat bahan pahat HSS

<i>High Speed Steel</i> (HSS)	
Kandungan karbon	0,70 % - 1,50 %
Unsur paduan	<i>Chrome (Cr)</i> dan <i>Tungsten (W)</i>

Dimensi pahat yang digunakan pada simulasi ini adalah variabel tetap. Dimensi pahat selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 16 dan Tabel 3.



Gambar 16. Dimensi pahat

Tabel 3. Dimensi model pahat

Ket.		
$R = 5 \text{ mm}$	$M = 0.4 \text{ mm}$	$\theta = 30^\circ$
$W = 1.8 \text{ mm}$	$C = 0.2 \text{ mm}$	$d_{shift} = 5.5 \text{ mm}$
$h = 30^\circ$	$p = 118^\circ$	$s_{shift} = 1 \text{ mm}$

2. Benda Kerja

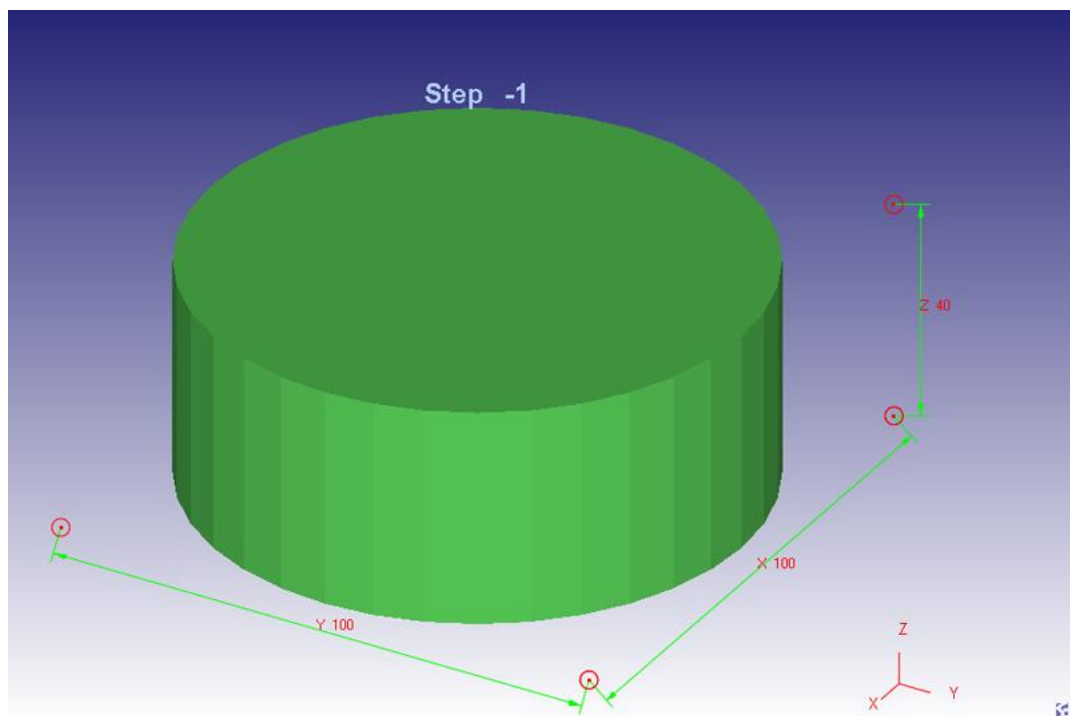
Data sifat-sifat benda kerja yang digunakan adalah baja karbon sedang tipe AISI-1045, dengan sifat-sifat sebagai berikut :

Tabel 4. Sifat-sifat baja karbon AISI 1045

<i>Flow stress</i>	Regangan: 0.05 - 5
	Laju Regangan: 1 - 500000
	Temperatur: 20 – 1200 °C
Modulus Young	Temperatur: -100 – 1500 °C
Rasio Poisson	Konstan (0.3)

Ekspansi Termal	Temperatur: -100 – 1500 °C
Konduktivitas Termal	Temperatur: 20 – 1500 °C
<i>Heat Capacity</i>	Temperatur: -100 – 1500 °C
Emisivitas	Konstan
<i>Fracture</i>	<i>Normalized Cockroft & Latham</i>
<i>Yield Strength, BP 0.2</i>	305 N/mm (30 kg/mm ²)
<i>Tensile Strength, Rm</i>	580 N/mm (58 kg/mm ²)
<i>Elongation, A5</i>	min 16%
<i>Reduction of Area, Z</i>	min 40%
<i>Hardness</i>	200 Brinell

Dimensi benda kerja mempunyai diameter sebesar 100 mm dan tingginya sebesar 40 mm. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 17 sebagai berikut.



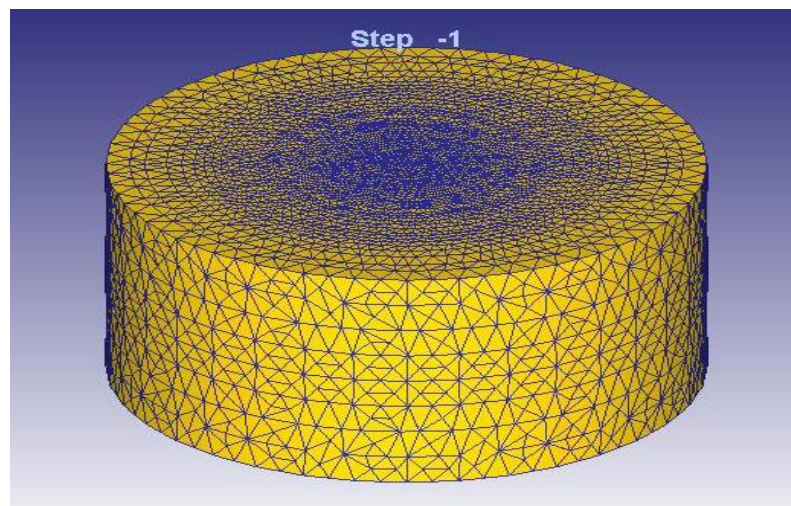
Gambar 17. Model benda kerja

B. Pembagian Elemen (*Meshing*)

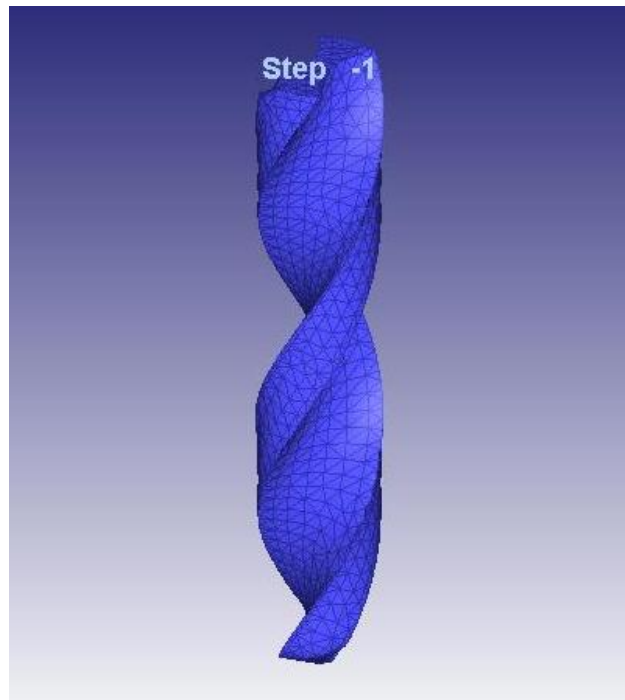
Mendefinisikan ukuran maksimum dan minimum elemen, dan kriteria untuk *mesh*. Untuk *drilling*, ukuran minimum elemen harus setara dengan $\frac{1}{2}$ dari gerak makan per potongan sehingga $\frac{1}{4}$ *feed/rev* pada 2 *flute drill*, $\frac{1}{6}$ *feed/rev* pada 3 *flute drill*, dll.

Kita akan mendefinisikan sebuah *mesh* awal dengan menggunakan windows untuk memberikan takaran pada wilayah *mesh*. Kemudian diatur parameter *remeshing* yang akan digunakan untuk regenerasi *mesh* otomatis selagi simulasi berjalan.

Tipe elemen yang digunakan pada DEFORM 3D adalah tipe elemen tetrahedral. Pada penelitian ini jumlah elemen yang digunakan untuk pahat adalah 15000 elemen sedangkan untuk benda kerja adalah 20000 elemen. Pembagian elemen pada model pahat dan benda kerja ditunjukkan pada Gambar 18.



(a)



(b)

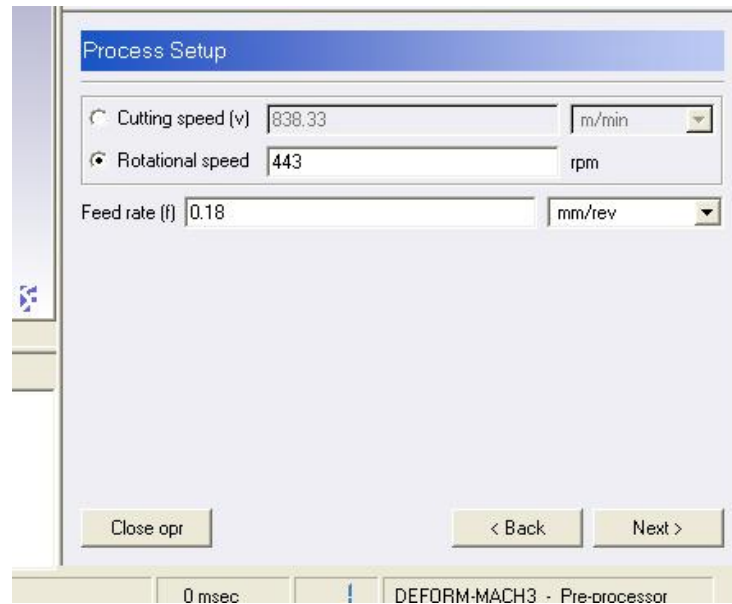
Gambar 18. *Meshing* : (a) benda kerja ; (b) pahat

C. Penentuan Kondisi Simulasi

Agar permasalahan lebih spesifik, maka perlu dibuat beberapa kondisi simulasi.

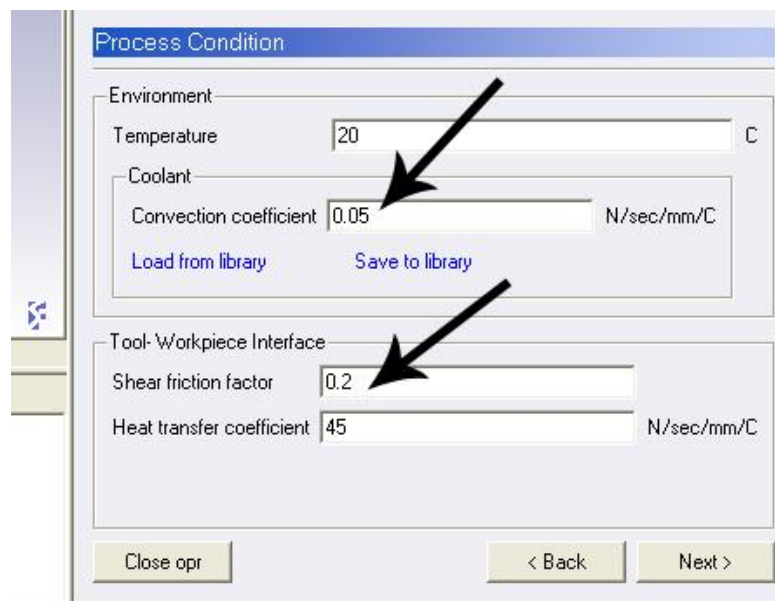
Kondisi simulasi yang dibuat pada analisis ini berupa:

1. Pemodelan dibuat secara simetri terhadap bidang xyz . Pemodelan simetri ini dapat mempermudah pengerjaan analisis yang dilakukan secara komputasi.
2. Pada *process setup* kecepatan putaran yang digunakan adalah 635, 970, dan 1420 rpm dan gerak makannya adalah 0.10, 0.18, 0.24 mm/rev.



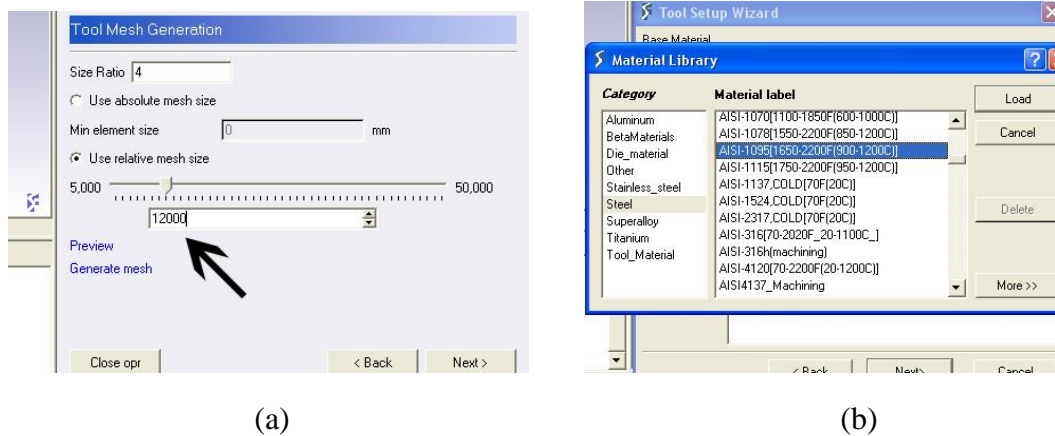
Gambar 19. *Process Setup*

3. Pada *process condition*, *convection coefficient* adalah $0.05 \text{ N/sec/mm/}^\circ\text{C}$ dan *shear friction factor* yang digunakan adalah 0.5 ($m = 0.5 \text{ N/sec/mm/}^\circ\text{C}$).



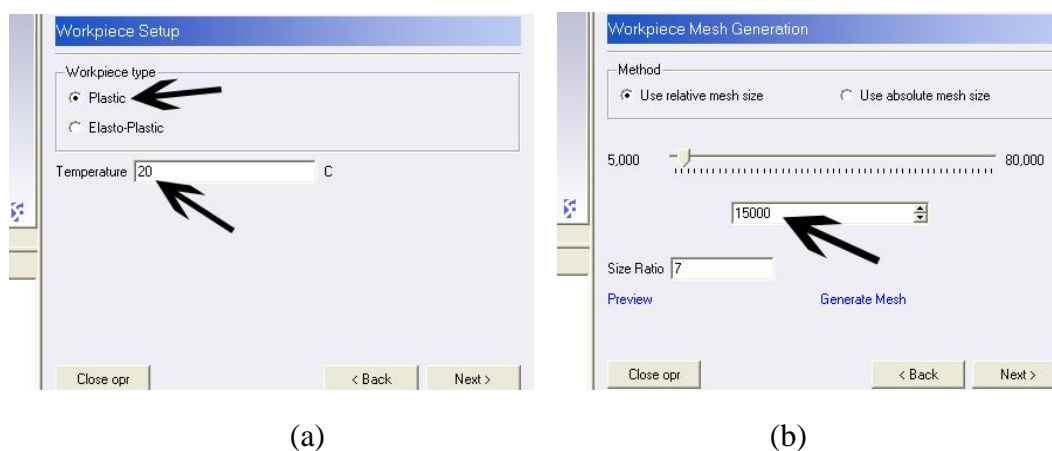
Gambar 20. *Process condition*

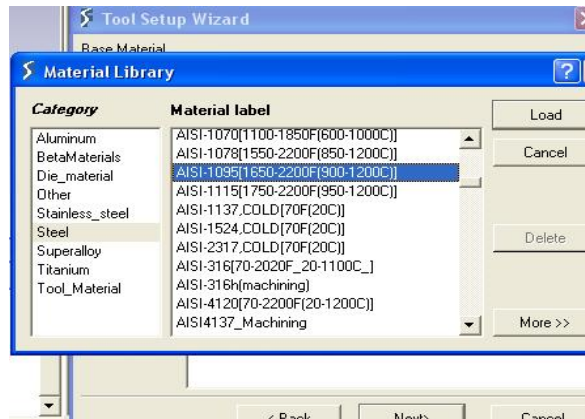
4. Pada *tool setup*, desain pahat dan metode posisi ditentukan dan pemilihan material pahat HSS, kemudian pembagian elemen pahat sebesar 12000 elemen.



Gambar 21. (a) *Tool mesh generation* ; (b) *Material tool library*

5. Pada *workpiece setup*, benda kerja diasumsikan bersifat *plastic* dengan temperatur 25 °C. Benda kerja berbentuk silinder yang mempunyai diameter 100 mm dan ketebalannya 40 mm, kemudian pembagian elemen benda kerja sebesar 15000 elemen. Pemilihan material *steel* AISI 1045.

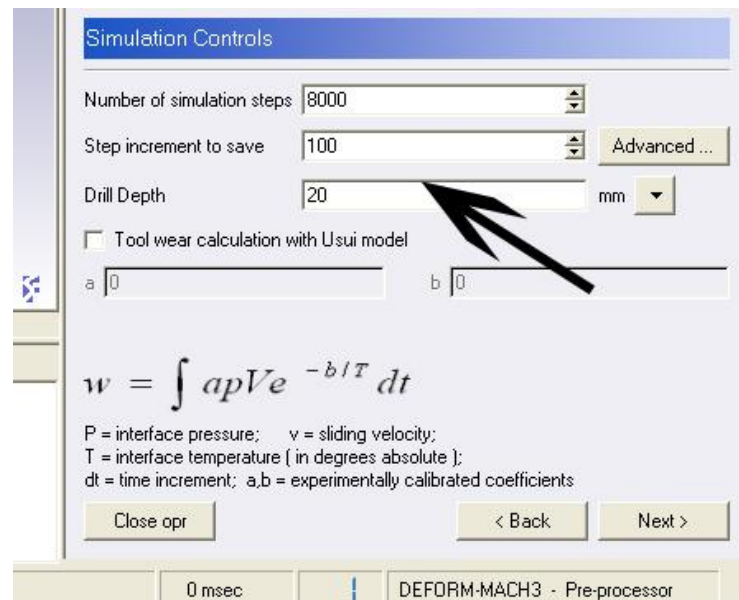




(c)

Gambar 22. (a) *Workpiece setup* ; (b) *Workpiece mesh generation* ;
(c) *Material workpiece library*

6. Jumlah step simulasi yang dilakukan sebanyak 8000 step dan langkah penyimpanan step sebanyak 100. Kedalaman potongnya 20 mm.



Gambar 23. *Simulation controls*

D. Simulator

Setelah melakukan penentuan kondisi simulasi, maka selanjutnya dapat dilakukan tahap simulator dengan analisis elemen hingga (*finite element analysis*) secara komputasi untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. DEFORM 3D secara otomatis akan menentukan persamaan pada setiap *node* untuk mendapatkan solusi keluaran.

Persamaan yang digunakan pada saat dijalankan adalah

1. Oxley's equation

$$\sigma = \sigma(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, T)$$

2. Euler-Lagrange Equation

$$\delta \int f \left[x(t), \dot{x}(t) \right] dt = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \frac{df}{d\dot{x}} - \frac{df}{dx} = 0$$

E. Pengambilan dan Pengolahan Data

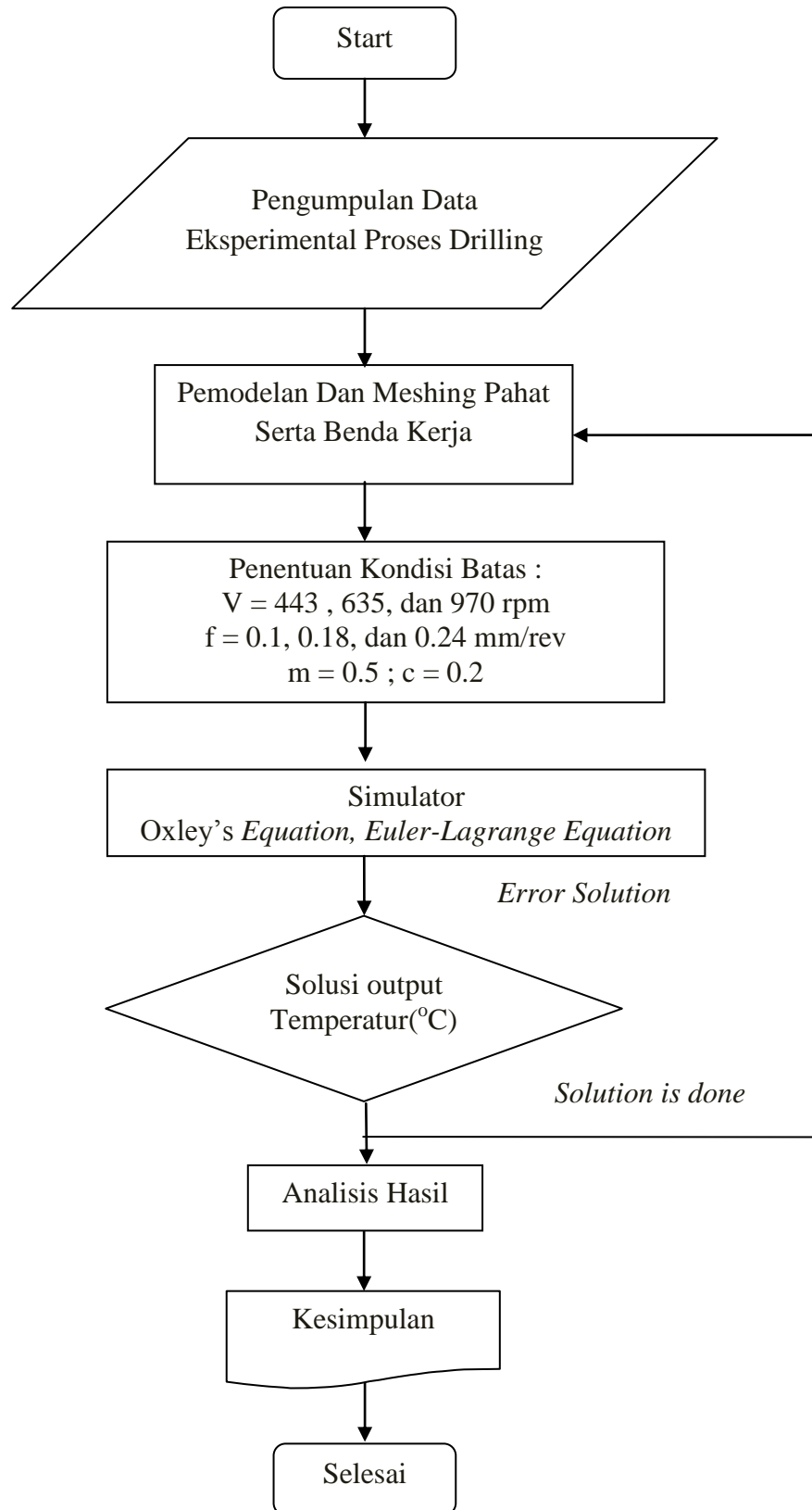
Pada *software* DEFORM 3D data yang telah didapat dari perhitungan komputasi dapat diolah dan ditampilkan baik dalam bentuk tabel, kurva, perubahan kontur model, dan nilai eksak lainnya. Hasil keluaran dari program dapat dijalankan untuk dapat melihat berapa temperatur pahat dan benda kerja yang dihasilkan.

Tabel 5. Data temperatur pahat

No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	T °C
1.	v ₁	f ₁	T ₁
2.		f ₂	T ₂
3.		f ₃	T ₃

No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	T °C
1.	v ₂	f ₁	T ₁
2.		f ₂	T ₂
3.		f ₃	T ₃

No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	T °C
1.	v ₃	f ₁	T ₁
2.		f ₂	T ₂
3.		f ₃	T ₃

F. Diagram alir penelitian**Gambar 24.** Diagram alir penelitian