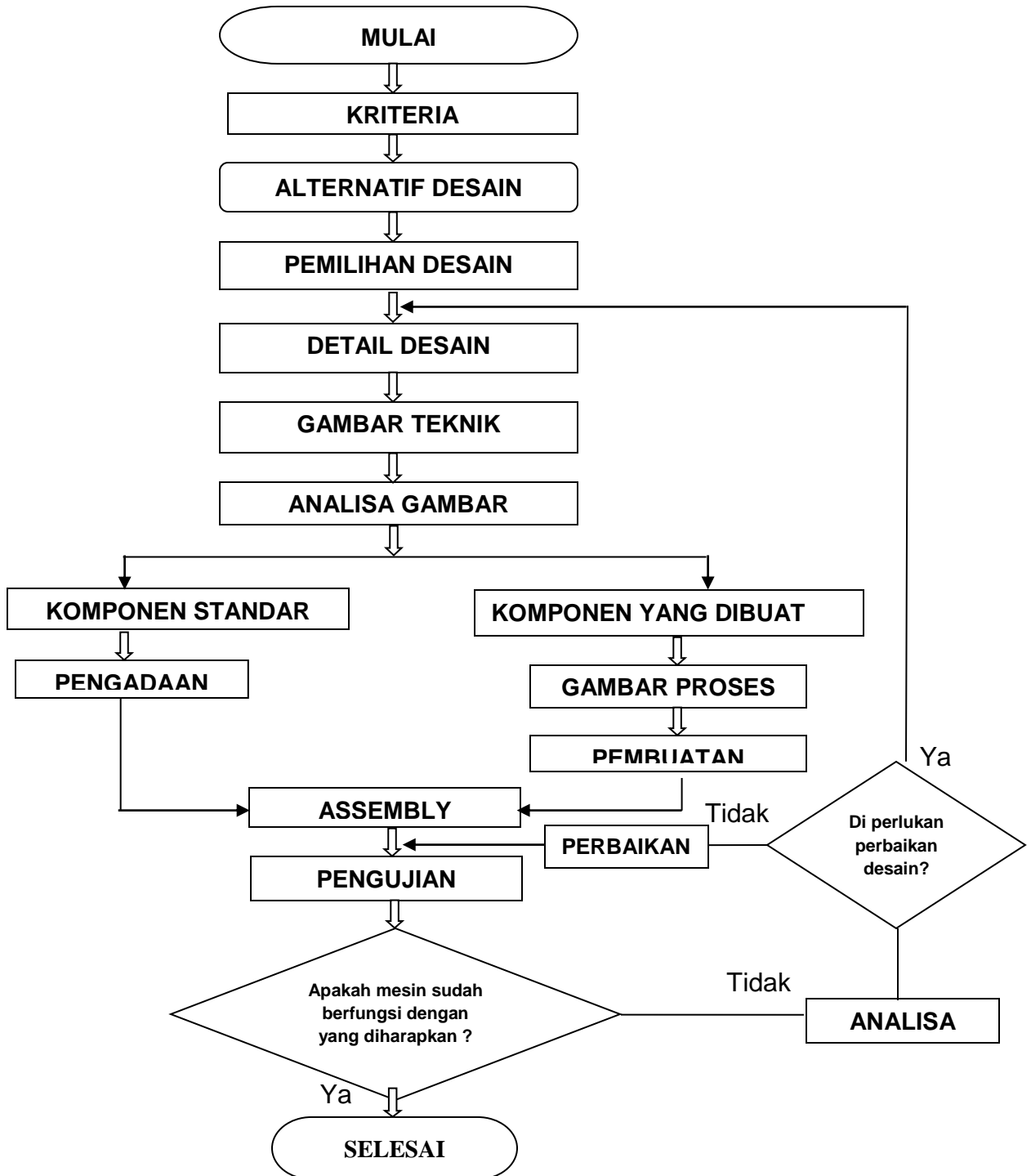


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Diagram alir proses penelitian**



### 3.2 Kriteria

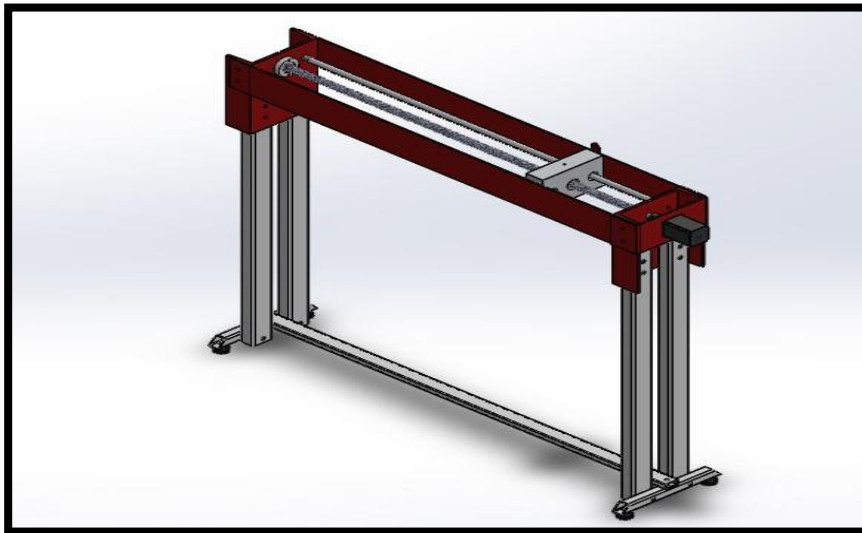
Dalam proses perancangan mesin *filament winding* ini ada beberapa kriteria yang telah ditetapkan dari mesin yang dirancang, adapun kriterinya sebagai berikut :

- Jenis pola filament winding circumferential winding
- Panjang maksimal mandrel 1 meter
- Sistem transmisi menggunakan ulir daya
- Tinggi mesin filament winding 1 meter

### 3.3 Alternatif desain

Dalam melakukan proses rancang bangun ini terdapat beberapa alternatif pilihan desain, hal tersebut dimaksudkan agar dapat memilih dan menentukan desain yang sesuai kriteria perancangan. Ada 2 alternatif design yaitu :

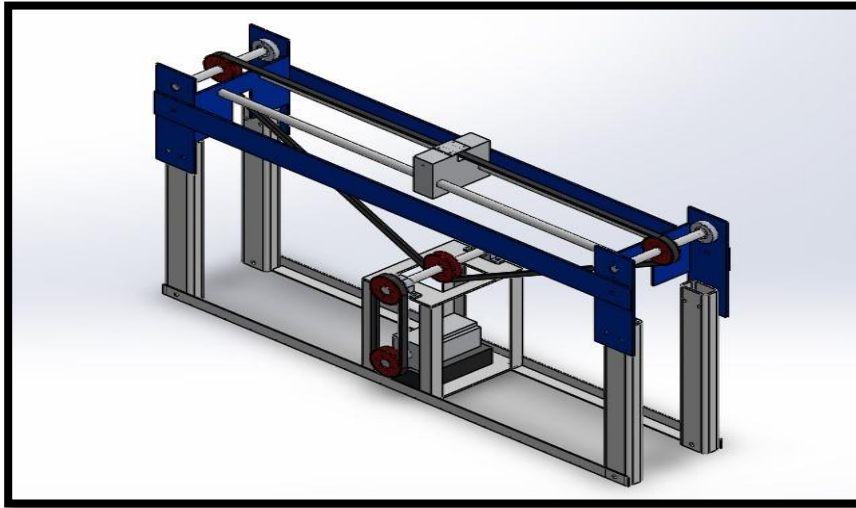
#### 3.3.1 Alternatif A



Gambar 3.1 Alternatif mesin filament winding A

Desain mesin *filament winding* ini menggunakan mekanisme ulir daya (Power Screw) dimana apabila ulir daya diputar maka mata pembagi akan bergerak kekanan dan kekiri. Rangka utama menggunakan profil C sehingga memiliki kekuatan baik untuk menumpu beban yang cukup besar, dan desain alternatif A ini lumayan simpel sehingga memudahkan dalam proses pembuatan dan biaya pembuatan tidak terlalu mahal.

### 3.3.2 Alternatif B



Gambar 3.2 Alternatif mesin filament winding B

Desain mesin filament winding ini menggunakan mekanisme v-belt, dimana apabila puley diputar maka mata pembagi akan bergerak kekanan dan kekiri yang sebelumnya v-belt di kaitkan/dijepit kemata pembagi, rangka utama menggunakan plat yang dilas sehingga membentuk profil seperti yang terlihat pada gambar. Desain dari alternatif B ini sedikit rumit karena menggunakan beberapa puley dan v-belt yang cukup panjang sehingga lebih sulit dalam proses pembuatan dan pengadaan komponen, dan biaya pembuatan pun diperkirakan lebih mahal dibanding Alternatif B.

### 3.4 Pemilihan Desain

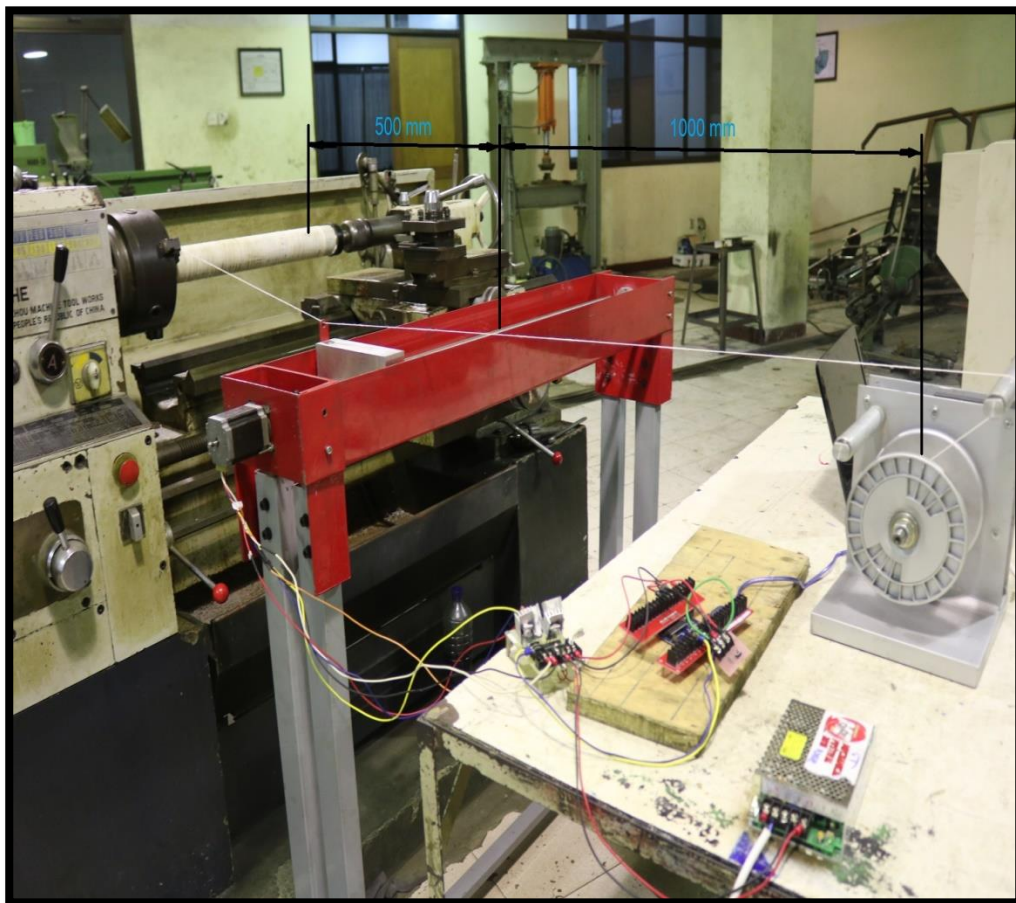
Pemilihan alternatif desain dilakukan dengan cara penilaian terhadap desain Alternatif A dan Alternatif B berdasarkan kriteria yang diinginkan. Setiap alternatif akan diberikan poin 1 s/d 5 apabila memenuhi kriteria perancangan, dan akan diberi poin 0 bila tidak memenuhi. Alternatif yang mendapatkan nilai tertinggi adalah desain mesin yang dipilih. Hasil penilaian yang dilakukan terhadap desain alternatif A dan Alternatif B dapat dilihat pada tabel 3.1, berdasarkan hasil penilaian maka alternatif yang dipilih adalah desain alternatif A, karena desain tersebut memiliki keunggulan seperti kriteria yang diinginkan.

**Tabel 3.1 Penilaian untuk menentukan desain mesin filament winding**

Kriteria	Alternatif	Alternatif
	A	B
Memiliki dimensi yang compact	4	5
Komponen standar yang digunakan mudah didapat	4	5
Mudah dalam pengoperasiannya	5	3
Mudah dalam proses pembuatan	5	2
Mudah dalam perakitan	5	2
Tidak terjadi getaran yang besar pada saat beroperasi	5	2
Kemudahan dalam perawatan	5	5
Harga ekonomis	5	2
<b>Total :</b>	<b>40</b>	<b>26</b>

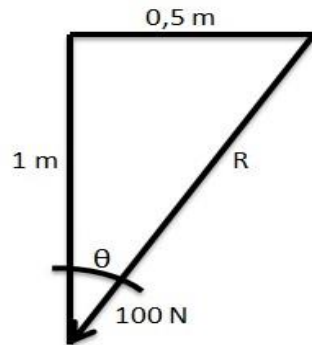
### 3.5 Detail Desain

Detail Desain merupakan data hasil dari proses perancangan dan kunci untuk dilanjutkan pada tahap pembuatan. Adapun spesifikasi hasil dari rancang bangun tensioner untuk proses filament winding terbagi menjadi komponen standar dan komponen yang dibuat, karena hasil rancangan tidak selalu ada di pasaran maka dilakukan pembuatan komponen yang sesuai dengan rancangan.



Gambar 3.3 Detail Mesin Filament Winding

### 3.5.1 Mencari gaya tali



$$R = \sqrt{1^2 + 0.5^2}$$

$$R = \sqrt{1,25}$$

$$R = 1,1 \text{ m}$$

$$\tan \theta = \frac{0,5}{1,1}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{0,5}{1,1}$$

$$\theta = 24,4^\circ$$

$$F_{\text{tali}} = R \sin \theta$$

$$F_{\text{tali}} = 100 \sin 24,4^\circ$$

$$F_{\text{tali}} = 41 \text{ N}$$

### 3.5.2 Menghitung diameter rata-rata ulir, (dm) :

Direncanakan :

Jarak Puncak : 3 mm

Diameter ulir : 20 mm

Putaran : 25 rpm

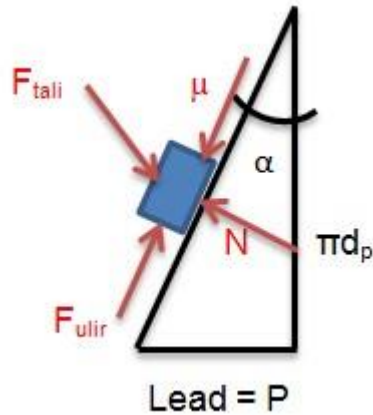
$$dm = d - \frac{p}{4}$$

$$d_m = 20 - \frac{3}{4}$$

$$d_m = 19,25 \text{ mm}$$

### 3.5.3 Menghitung gaya untuk memutar ulir, $F_{ulir}$ :

- Menghitung kemiringan sudut ulir, ( $\alpha$ ) :



$$P = 3 \text{ mm}$$

$$d_m = 19,25 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctan \frac{p}{\pi \cdot d_m}$$

$$\alpha = \arctan \frac{3}{\pi \cdot 19,25}$$

$$\alpha = 2,9^\circ$$

- Gaya untuk memutar ulir, ( $F_{ulir}$ ) :

\*Koefisien gesek ( $\mu$ ), Aluminium dengan Kuningan : 0,34

$$F_{ulir} = \frac{F_{tali} (\mu \cos 2,9^\circ + \sin \alpha)}{(\cos \alpha - \mu \sin 2,9^\circ)}$$

$$F_{ulir} = \frac{41(0,34 \cos 2,9^\circ + \sin 2,9^\circ)}{(\cos 2,9^\circ - 0,34 \sin 2,9^\circ)}$$

$$F_{ulir} = 16,3 \text{ N}$$

**3.5.4 Menghitung Torsi (T) :**

$$T = F_{\text{ulir}} \cdot r$$

$$T = 16,3 \text{ N} \cdot (0,01 \text{ m})$$

$$T = 0,163 \text{ N.m}$$

**3.5.5 Menghitung daya motor untuk memutar ulir, ( $P_{\text{ulir}}$ ) :**

$$P_{\text{ulir}} = T \cdot \omega$$

- Kecepatan sudut, ( $\omega$ ) :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 25}{60}$$

$$\omega = 2,61 \text{ rad/s}$$

$$P_{\text{ulir}} = 0,163 \text{ N.m} (2,61 \text{ rad/s})$$

$$P_{\text{ulir}} = 0,425 \text{ Watt}$$

**3.6 Analisa gambar teknik**

Analisa gambar teknik merupakan proses penyerapan informasi bahasa teknik mesin secara mendetail, yang telah dirancang oleh perancang mesin *filament winding* dan akan di kaji lebih lanjut dengan melakukan proses pembuatan alat.

**3.6.1 Komponen standar**

Proses yang dilakukan untuk memperoleh komponen yang telah di standarkan mengenai spesifikasi - spesifikasi teknis atau kriteria - kriteria akurat yang akan digunakan untuk perakitan mesin *filament winding*.



Tabel 3.2 Harga Komponen Standar

No.	Nama komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga/pcs
1.	Roller bearing	JIS B - 1015	2	Rp.8.000
2.	Slider Bearing	LM 16UU	2	Rp.75.000
3.	Baud dan Mur	M5 x 20	4	Rp.1.000
		M5 x 10	5	Rp.1.000
		M10 x 20	4	Rp.2.000
		M12 x 60	8	Rp.3.000
		M12 x 90	4	Rp.3.000
4.	Ruber	-	4	Rp.5.000
5.	Kopling kopel	L050	1	Rp.70.000
6.	Motor Stepper	Nema 23 no model 57HS76-2804	1	Rp.150.000
<b>Jumlah harga komponen</b>				<b>Rp.459.000</b>

### 3.6.2 Komponen Yang dibuat

Proses yang dilakukan untuk memperoleh komponen yang sesuai dengan hasil perancangan. Melihat dalam pengadaan komponen tidak selalu sesuai dengan hasil perancangan, kemudian dilakukan proses manufaktur yang sesuai spesifikasi - spesifikasi teknis atau kriteria - kriteria yang akurat untuk pembuatan komponen mesin *filament winding*. Dimana proses pemesinannya menggunakan mesin diantaranya :

1. Mesin Bubut
2. Mesin Frais
3. Mesin Bor
4. Mesin Gerinda
5. Mesin Cutting Wheel
6. Kerja Bangku

Tabel 3.3 Harga komponen yang dibuat

No.	Nama komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga / pcs
1.	Kerangka utama	baja profil C ST-60/ 200mm x 77mm x 250mm	2	Rp.75.000
2.	Penutup kerangka utama	Baja ST-30/ 1200mm x 104mm x 3mm	2	Rp.35.000
3.	Poros penyeimbang	Baja SS 304 / $\phi = 16\text{mm} \times 1100\text{mm}$	2	Rp.100.000
4.	Ulir Daya	Al Dural 6050 / $\phi = 20\text{mm} \times 1125\text{mm}$	1	Rp.150.000
5.	Cincin ulir daya	Kuningan $\phi = 35\text{mm} \times 40 \text{ mm}$	1	Rp.60.000
6.	Rumah Bearing	Al Dural 6050 / $\phi = 60\text{mm} \times 20\text{mm}$	2	Rp.15.000
7.	Mata Pembagi	Al Dural 6050 / 180 mm x 110 mm x 50 mm	1	Rp.210.000
8.	guide	Baja ST-30 / 70 mm x 20 mm x 3mm	1	Rp.5.000
9.	Dudukan Motor Stepper	Baja ST-30 / 500mm x 104mm x 3mm	1	Rp.30.000
10.	Kaki Kerangka	Baja Holow ST-30 / 1000mm x 60mm x 40mm	4	Rp.40.000

11.	Pengunci kaki kerangka 1	Baja Holow ST-30 / 300mm x 30mm x 30mm	2	Rp.20.000
12.	Pengunci kaki kerangka 2	Baja holow ST-30 / 1228mm x 30mm x 20mm	1	Rp.30.000
<b>Jumlah Harga Komponen</b>				<b>Rp.1.135.000</b>

**Tabel 3.4 Harga Pembuatan Komponen**

No.	Nama komponen	Mesin yang digunakan	Harga
1.	Kerangka utama	1. Cutting Wheel	Rp.40.000
		2. Mesin Frais	Rp.200.000
		3. Mesin Bor	Rp.70.000
		4. Mesin Gerinding	Rp.20.000
2.	Penutup kerangka utama	1. Cutting Wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bor	Rp.20.000
		3. Mesin Gerinding	Rp.10.000
3.	Poros Penghantar	1. Cutting Wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bubut	Rp.40.000
		3. Mesin Bor	Rp.20.000
		4. Tap	Rp.50.000
4.	Ulir Daya	1. Cutting Wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bubut	Rp.400.000
5.	Cincin Ulir Daya	1. Cutting wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bor	Rp.10.000
		3. Mesin Bubut	Rp.70.000
6.	Rumah Bearing	1. Cutting Wheel	Rp.5.000
		2. Mesin Bubut	Rp.30.000

		3. Mesin Bor	Rp.10.000
		4. Tap	Rp.20.000
7.	Mata Pembagi	1. Cutting Wheel	Rp.25.000
		2. Mesin Bor	Rp.60.000
		3. Mesin Grinding	Rp.10.000
		4. Tap	Rp.20.000
8.	Guide	1. Cutting Wheel	Rp.5.000
		2. Mesin Bor	Rp.10.000
		3. Mesin Grinding	Rp.5.000
9.	Dudukan Motor Stepper	1. Cutting Wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bor	Rp.20.000
		3. Mesin Gerinding	Rp.10.000
10.	Kaki Kerangka	1. Cutting Wheel	Rp.20.000
		2. Mesin Bor	Rp.30.000
		3. Mesin Gerinding	Rp.15.000
11.	Pengunci kaki kerangka 1	1. Cutting Wheel	Rp.10.000
		2. Mesin Bor	Rp.15.000
		3. Mesin Gerinding	Rp.10.000
12.	Pengunci Kaki kerangka 2	1. Cutting Wheel	Rp.5.000
		2. Mesin Bor	Rp.10.000
		3. Mesin Gerindng	Rp.5.000
<b>Jumlah Harga Pembuatan Komponen</b>			<b>Rp.1.335.000</b>

**Tabel 3.15 Total biaya keseluruhan**

No.	Nama Komponen	Jumlah Harga
1.	Komponen Standar	Rp.459.000
2.	Komponen Yang dibuat	Rp.1.135.000
3.	Proses Pembuatan	Rp.1.335.000

4.	Lain-lain	Rp.500.000
<b>Total Biaya Keseluruhan</b>		<b>Rp.3.429.000</b>

### 3.7 Assembly

Setelah semua komponen selesai dalam pembuatan dan pengadaan komponen maka dilakukan perakitan dari setiap komponen tersebut. Perakitan dilakukan untuk menggabungkan komponen - komponen yang telah dibuat dan komponen standar menjadi suatu produk yaitu *mesin filament winding*.

Proses perakitan dilakukan setelah semua komponen baik dari komponen standar dan komponen yang dibuat sesuai dengan hasil rancangan sehingga menjadi model *mesin filament winding*.

Selanjutnya setelah semua komponen mesin filament winding selesai di assembly kemudian melakukan proses perakitan bagian elektronik atau kelistrikannya. Untuk lebih jelasnya proses perakitan kelistrikan dapat dilihat pada lampiran.

### 3.8 Uji coba alat

Sebelum melakukan pengujian siapkan alat-alat untuk proses pengujian diantaranya mandrel, mesin *filament winding*, tensioner *filament winding* dan mesin bubut.

#### 1. Pemasangan Mandrel

Mandrel sebelumnya di center menggunakan mesin bubut, kemudian mandrel dipasangkan ke mesin bubut untuk proses penggulangan benang. Gambar dibawah menunjukkan mandrel yang sudah dipasang ke mesin bubut.



Gambar 3.4 Pemasangan Mandrel

## 2. Penempatan mesin filament winding

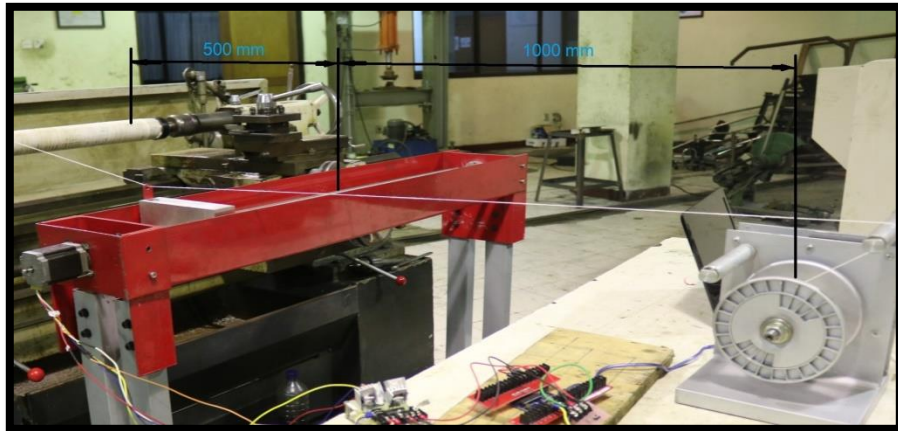
Mesin *filament winding* ditempatkan posisinya supaya sejajar dengan mesin bubut, agar gerakan mata pembagi pada saat penggulungan dapat melapisi/menutupi semua permukaan mandrel.



Gambar 3.5 Penempatan mesin filament winding

## 3. Penempatan tensioner mesin filament winding

Tensioner mesin filament winding ditempatkan pada bagian belakang mesin filament winding dan ditempatkan pada posisi center dari posisi mesin filament winding dengan jarak 1 meter.



Gambar 3.6 Penempatan tensioner mesin filament winding

#### 4. Atur kecepatan putar mesin Bubut.

Atur kecepatan putar mesin bubut pada kecepatan 25 rpm, kecepatan tersebut disesuaikan dengan putaran motor dari mesin *filament winding* agar gerakan mata pembagi sesuai dengan proses penggulungan yang di inginkan.



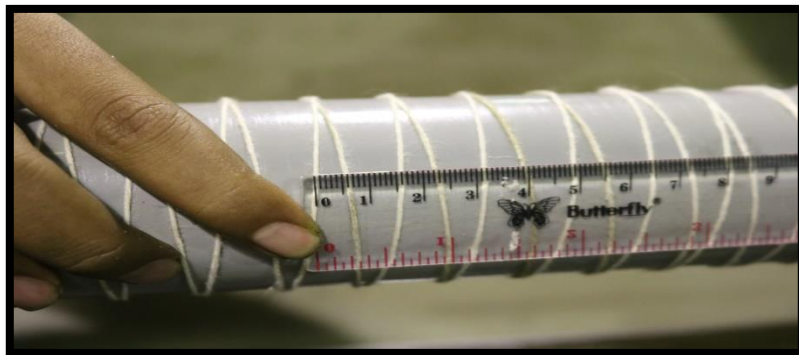
Gambar 3.7 Atur kecepatan putar mesin bubut.

**Hasil uji coba alat :**

## ➤ percobaan pertama dengan delay siklus 1

- Diameter mandrel : 60 mm
- Panjang mandrel : 500 mm
- Diameter benang : 1 mm
- Putaran mesin bubut : 25 Rpm
- Putaran motor stepper : 153 rpm

Dari hasil uji coba pada saat penggulungan dengan delay siklus 1 didapatkan lebar bandwith atau jarak antar gang yaitu 15 mm. Gambar dibawah adalah hasil dari pengujian.



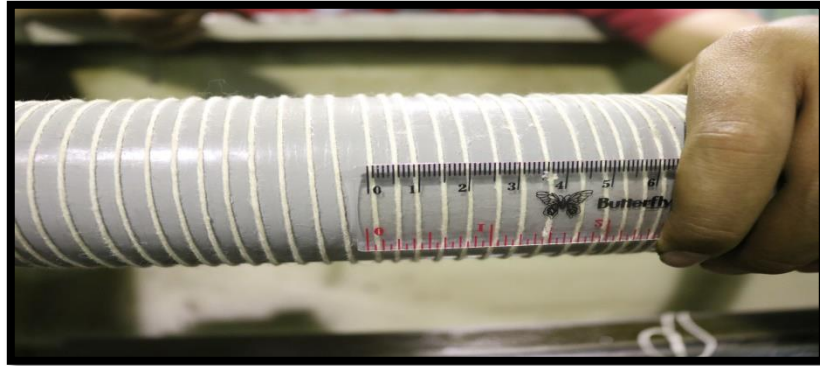
Gambar 3.8 Hasil percobaan dengan delay siklus 1

## ➤ Percobaan kedua dengan delay siklus 3

- Diameter mandrel : 60 mm
- Panjang mandrel : 500 mm
- Diameter benang : 1 mm
- Putaran mesin bubut : 25 Rpm
- Putaran motor stepper : 46,6 Rpm

Dari hasil uji coba pada saat penggulungan dengan delay siklus 3 didapatkan lebar bandwith atau jarak antar gang yaitu 5 mm. Gambar dibawah adalah hasil dari pengujian.

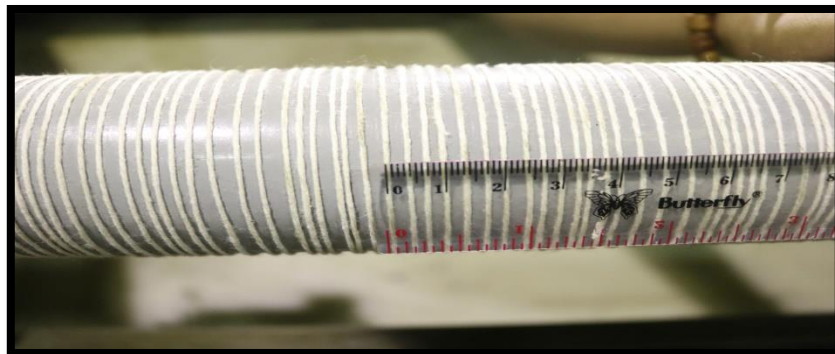




Gambar 3.9 Hasil percobaan dengan delay siklus 3

- Percobaan ketiga dengan delay siklus 5
  - Diameter mandrel : 60 mm
  - Panjang mandrel : 500 mm
  - Diameter benang : 1 mm
  - Putaran mesin bubut : 25 Rpm
  - Putaran motor stepper : 33,3 Rpm

Dari hasil uji coba pada saat penggulungan dengan delay siklus 5 didapatkan lebar bandwidth atau jarak antar gang yaitu 3 mm. Gambar dibawah adalah hasil dari pengujian.



Gambar 3.10 Hasil percobaan dengan delay siklus 5