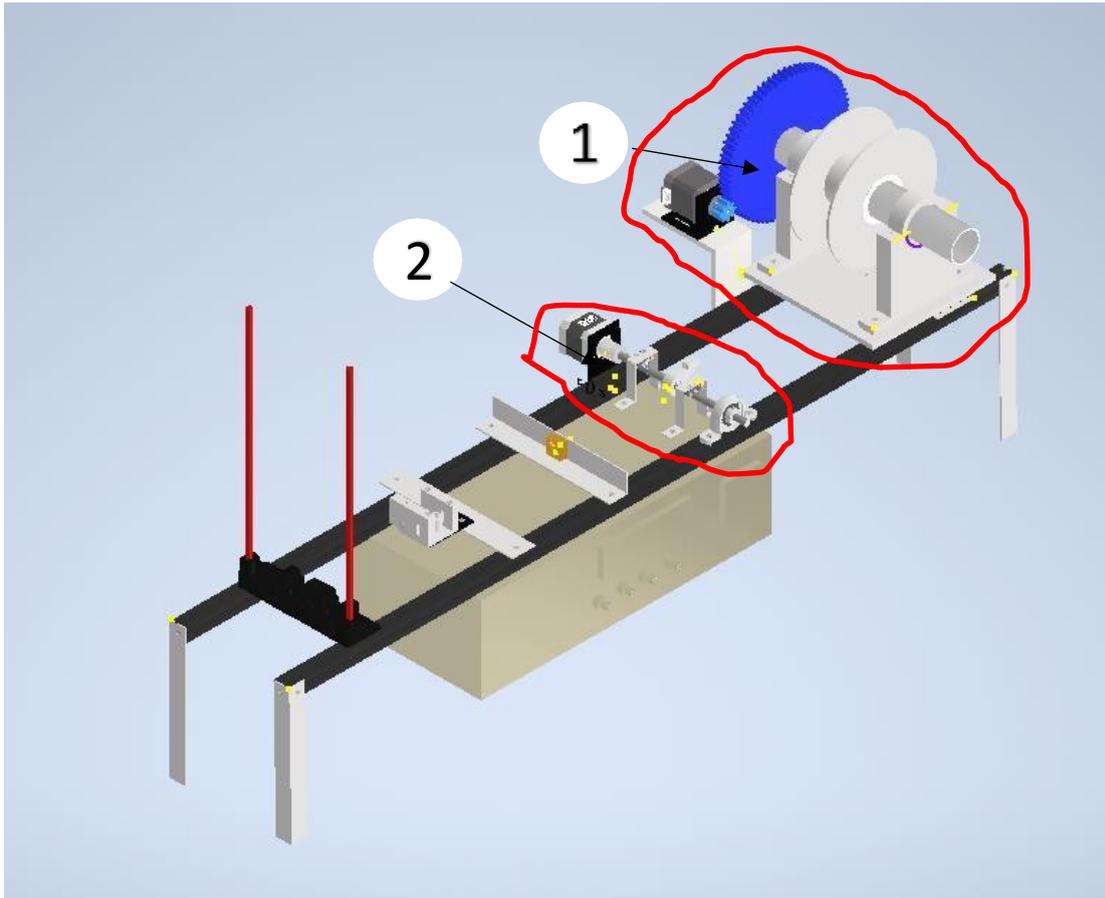


## 4. ANALISAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Konsep Design

Konsep design yang digunakan dalam perancangan mesin pembuat filamen dapat dilihat pada Gambar 4.1

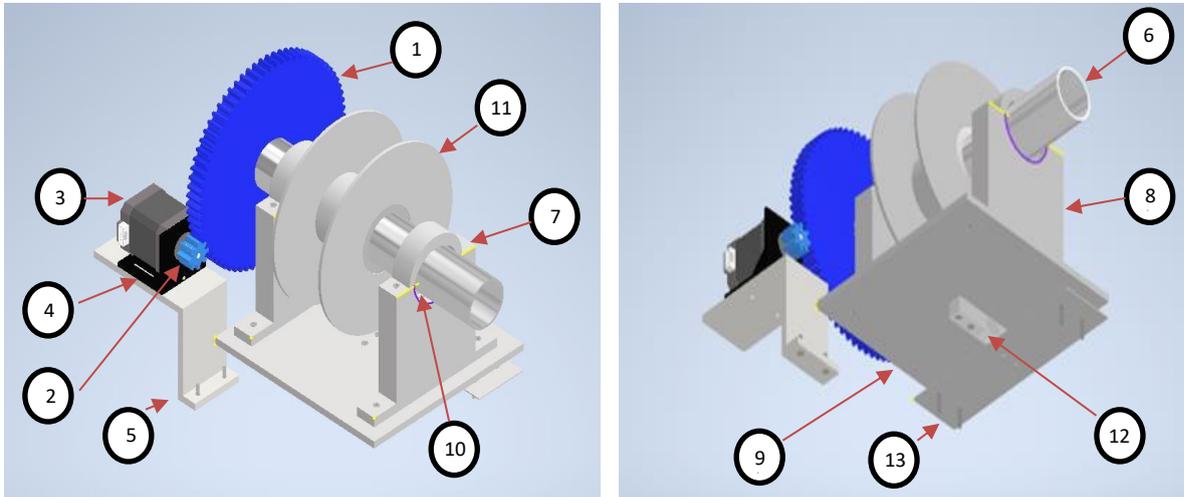


Gambar 4. 1 Konsep Design Mesin Pembuat Filamen

1. Tempat Penggulung
2. Alat Penggeser Otomatis

Pada gambar 4.1 terdapat 2 balon yang menunjukkan 2 *assembly* dari konsep design mesin pembuat filamen.

1) Tempat Penggulung

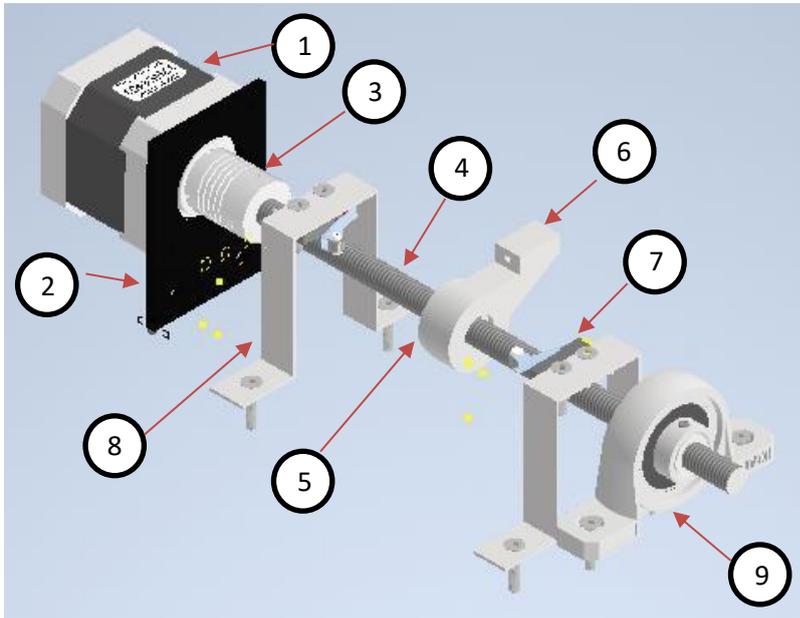


Gambar 4. 2 Tempat Penggulung

Tempat Penggulung terdiri dari :

1. *Gear Besar*
2. *Gear Kecil*
3. *Stepper Motor*
4. *Bracket Stepper Motor*
5. *Siku Z*
6. *Pipa Penggulung*
7. *Penutup Kaki Penggulung*
8. *Kaki Penggulung*
9. *Alas Akrilik*
10. *Bearing*
11. *Gulungan*
12. *Sensor Load Cell*
13. *Alas Load Cell*

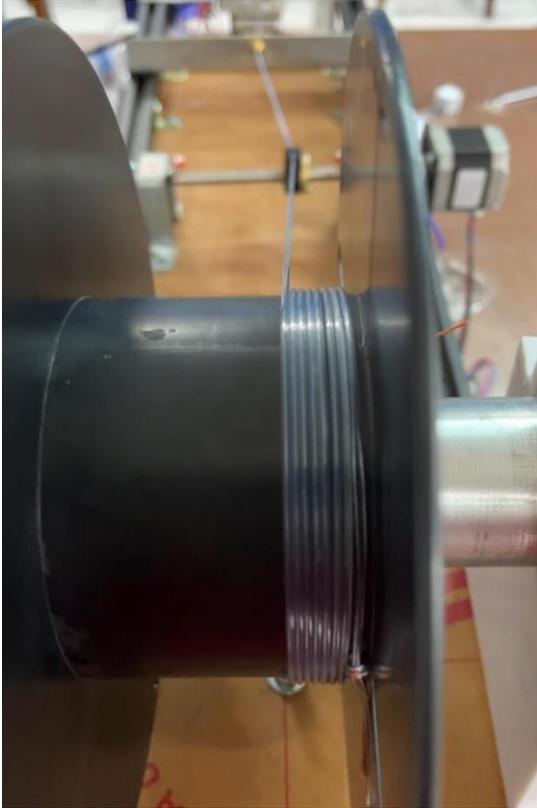
## 2) Alat Penggeser Otomatis



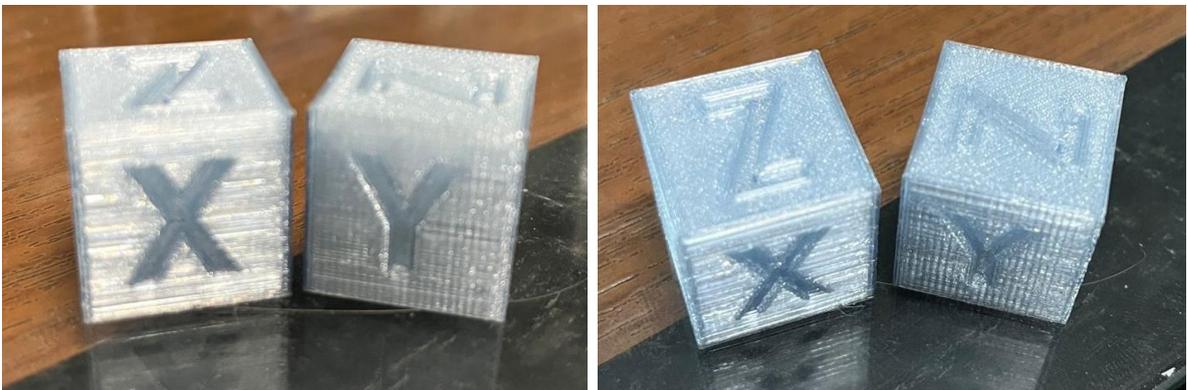
Gambar 4.3 Alat Penggeser Otomatis

Alat Penggeser Otomatis terdiri dari :

1. *Stepper Motor*
2. *Bracket Stepper Motor*
3. *Flexible Coupling*
4. *Leadscrew*
5. *Flange*
6. *Rumah Alat Penggeser*
7. *Limit Switch*
8. *Bracket Limit Switch*
9. *Pulley Bearing*



Gambar 4. 4 Hasil Penggulungan dengan Alat Penggeser Otomatis



Gambar 4. 5 Spesimen dari Hasil Pembuatan Filamen PETG

#### 4.2 Perhitungan Rasio Roda Gigi

Untuk menyalurkan daya yang diberikan stepper motor menuju penggulung filamen dilakukan dengan menggunakan roda gigi. Berikut perhitungan rasio roda gigi yang dibutuhkan :

$$\text{Rasio Roda Gigi} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{Rasio Roda Gigi} = \frac{72}{8}$$

$$\text{Rasio Roda Gigi} = \frac{9}{1}$$

Jadi rasio roda gigi yang dibutuhkan adalah 9 : 1 yang dapat diartikan bahwa roda gigi penggerak (roda gigi kecil) membutuhkan 9 kali putaran agar roda gigi yang digerakkan (roda gigi besar) dapat berputar satu putaran penuh.

#### 4.3 Perhitungan Gaya Stepper Motor

Pada proses penggulungan filamen setelah keluar dari pemanas terdapat berat penarikan sebesar 1,9 kg. Torsi motor stepper yang digunakan sebesar 68 Ncm dan jarak pemanas sampai penggulung sepanjang 30 cm. Gear rasio yang digunakan sebesar 1 : 9. Sehingga perhitungan yang di dapat yaitu :

Gaya yang dibutuhkan untuk menarik filamen dari pemanas hingga penggulung sebesar :

$$F = \text{Berat tarikan} \times \text{gravitasi}$$

$$F = 1,9 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 18,62 \text{ N}$$

Gaya yang dihasilkan oleh stepper motor untuk menggulung sebesar :

$$F = \frac{\tau}{l}$$

$$F = \frac{612 \text{ Ncm}}{10 \text{ cm}}$$

$$F = 61,2 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa gaya yang dihasilkan oleh stepper motor sebesar 61,2 N dan gaya yang diperlukan untuk menarik filamen sebesar 18,62 N. Sehingga dapat disimpulkan bahwa stepper motor yang digunakan cukup untuk menarik filamen yang keluar dari pemanas menuju penggulung.

#### 4.4 Perhitungan Tegangan Pada Baut Load Cell

Pada saat proses penimbangan dengan sensor load cell, berat yang ditimbang sebesar 2,9 kg. diameter baut dan mur yang digunakan sebesar 0,2 cm.

Gaya yang diberikan kepada baut dan mur sebesar :

$$F = \text{Berat benda} \times \text{gravitasi}$$

$$F = 2,9 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 28,42 \text{ N}$$

Tegangan yang diberikan kepada baut dan mur sebesar :

$$T = F \times r$$

$$T = 28,42 \text{ N} \times 0,2 \text{ cm}$$

$$T = 5,7 \text{ N}$$

Jadi, tegan yang diberikan kepada baut dan mur dari hasil penimbangan pada sensor *load cell* sebesar 5,7 N.

#### 4.5 Perhitungan Kekuatan Shaft Penggulung

Gaya yang diterapkan terhadap sumbu shaft sebesar 15,2 N dan jarak antara titik aplikasi gaya dan sumbu shaft sebesar 0,15 m.

$$M = F \times d$$

$$M = 15,2 \times 0,15$$

$$M = 2,28 \text{ Nm}$$

Diameter dalam dari shaft yang digunakan sebesar 0,015 m sedangkan diameter luar dari shaft yang digunakan sebesar 0,027 m sehingga perhitungan momen inersia dapat dihitung seperti :

$$\begin{aligned}
 I &= \int r^2 \Delta m \\
 I &= \int_{0,015^2}^{0,027^2} r^2 \Sigma 2\pi r \Delta r \\
 I &= 2\pi \Sigma \int_{0,015^2}^{0,027^2} r^3 \Delta r \\
 I &= 2\pi \Sigma \left. \frac{1}{4} r^4 \right|_{0,015^2}^{0,027^2} \\
 I &= \frac{1}{2} \pi \Sigma (0,027^4 - 0,015^4) \\
 I &= \frac{1}{2} \pi \Sigma (0,027^2 - 0,015^2)(0,027^2 + 0,015^2) \\
 I &= \frac{1}{2} \Sigma (\pi 0,027^2 - \pi 0,015^2)(0,027^2 + 0,015^2) \\
 I &= \frac{1}{2} \Sigma A (0,027^2 + 0,015^2) \\
 I &= \frac{1}{2} m (0,015^2 + 0,027^2) \\
 I &= \frac{1}{2} \Sigma (0,000225 + 0,000729) \\
 I &= \frac{1}{2} \Sigma (0,000954) \\
 I &= \frac{1}{2} 125 (0,000954) \\
 I &= 0,06 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Momen lentur yang diterapkan pada shaft sebesar 2,28 Nm. Jarak dari pusat shaft ke bagian yang mengalami tegangan adalah 0,54 m dan momen inersia yang didapat dari perhitungan diatas sebesar 0,06 mm<sup>4</sup>. Sehingga perhitungan yang didapat sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{M \times r}{I}$$

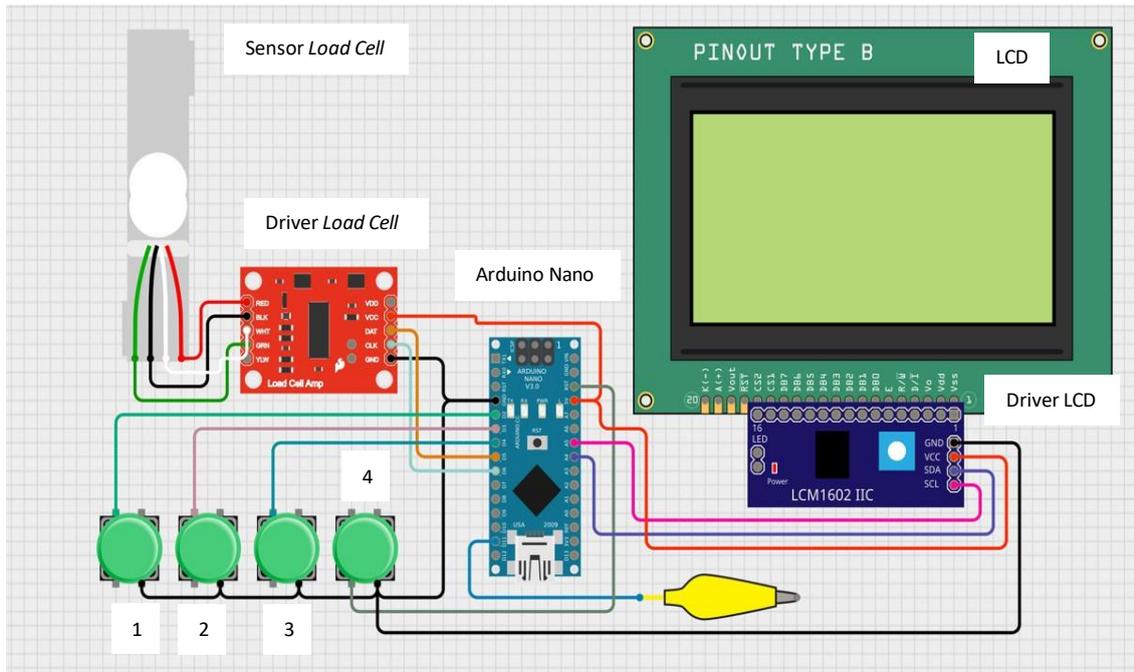
$$\sigma = \frac{2,28 \times 0,54}{0,06}$$

$$\sigma = 20,5 \text{ Nm}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan tegangan lentur maksimal shaft sebesar 20,5 Nm

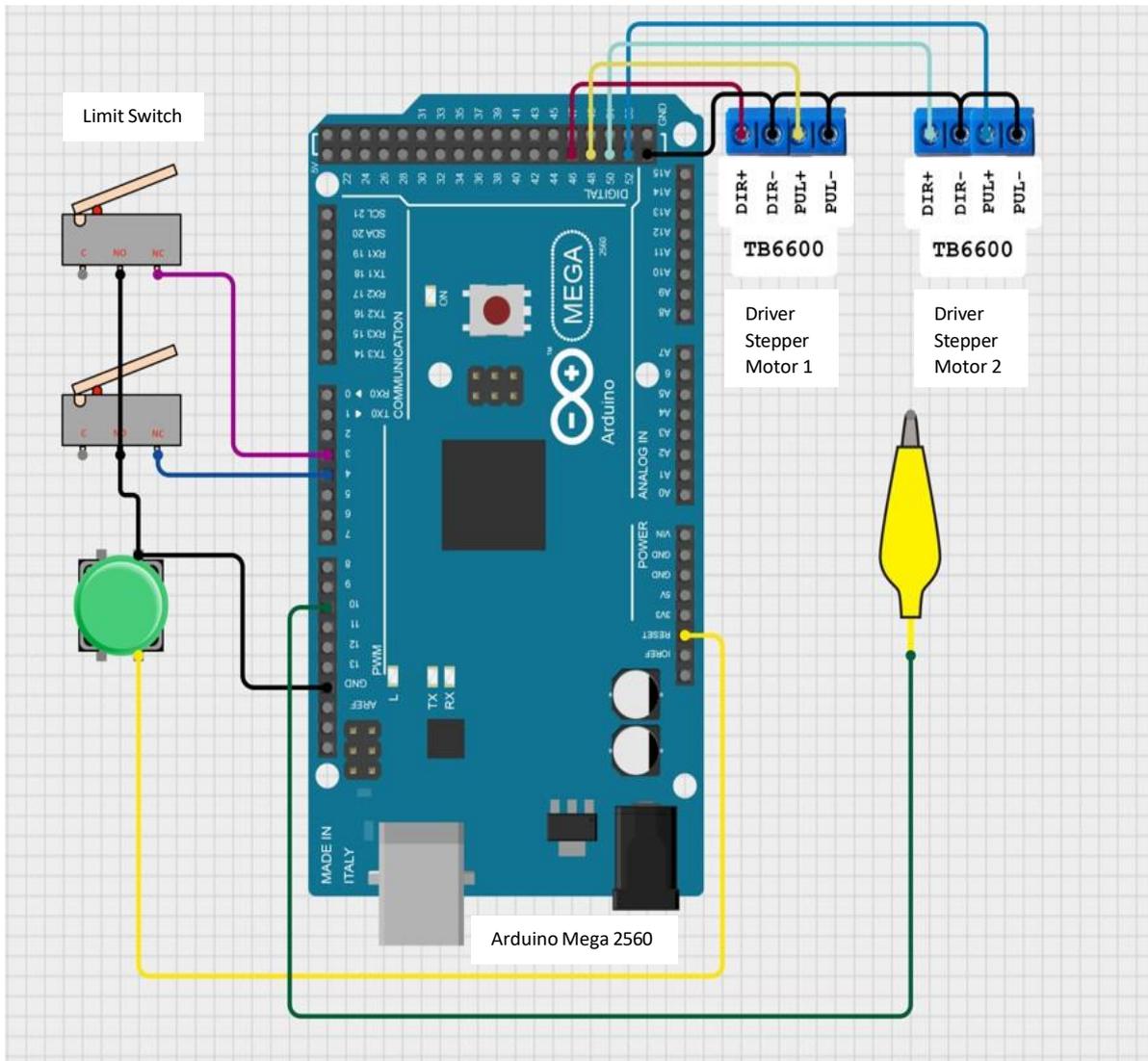
## 4.6 Wiring Diagram

Pada perancangan mesin pembuat filamen, terdapat beberapa komponen elektronik yang dirangkai menjadi satu kesatuan agar pemrograman dapat berjalan dengan baik dan lancar. *Wiring* diagram terbagi antara arduino nano dan arduino mega 2560.



Gambar 4. 6 *Wiring* Diagram Arduino Nano

Pada gambar 4.4, untuk sensor *load cell* kabel warna merah disambungkan pada pin E+, kabel hitam disambungkan pada pin E-, kabel putih disambungkan pada pin A- dan kabel hijau disambungkan pada pin A+ pada driver *load cell*. Kabel driver *load cell* berwarna merah pada pin VCC disambungkan arduino nano pin 5V dan disambungkan ke pin VCC pada driver LCD. Kabel orange pada pin DAT disambungkan pada pin D5 arduino nano. Kabel biru muda pada pin CLK disambungkan pada pin D6 arduino nano. Kabel warna hitam pada pin GND driver sensor *load cell* disambungkan pada pin GND arduino nano. Kabel warna hitam pada tombol disambungkan pada pin GND arduino nano dan pin GND driver LCD berfungsi untuk mengaktifkan tombol agar dapat digunakan pada LCD. Kabel berwarna hijau pada tombol 4 disambungkan pada pin reset arduino nano untuk mereset pengaturan pada arduino. Kabel berwarna hijau pada tombol 1 disambungkan pada pin D2. Kabel berwarna pink pada tombol 2 disambungkan pada pin D3. Kabel berwarna biru pada tombol 3 disambungkan pada pin D4 arduino. Kabel berwarna ungu dan pink pada pin SDA dan pin SCL driver LCD disambungkan pada pin A4 dan pin A5 arduino nano.

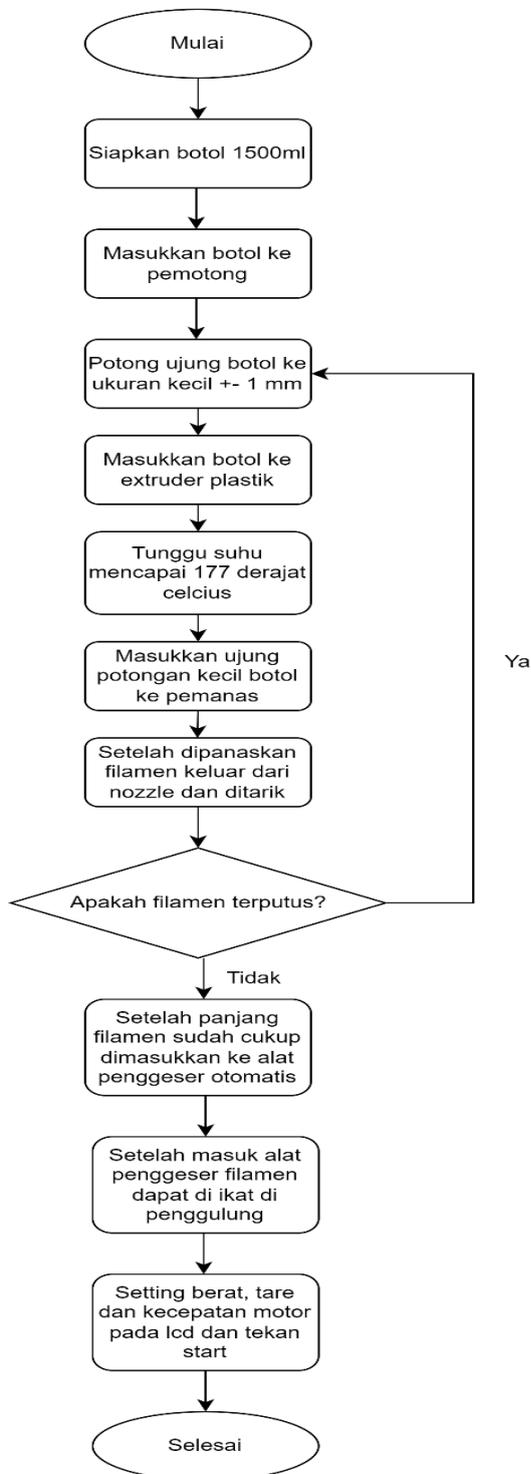


Gambar 4. 7 *Wiring* Diagram Arduino Mega 2560

Pada gambar 4.5, untuk *limit switch* 1 kabel berwarna ungu pada pin NC disambungkan pada pin 3 arduino mega sedangkan kabel warna hitam pada pin NO disambungkan ke pin GND arduino mega. Untuk *limit switch* 2 kabel berwarna biru pada pin NC disambungkan pada pin 4 arduino mega. Kabel kuning pada tombol reset disambungkan ke pin reset pada arduino mega untuk mereset pengaturan pada arduino. Untuk bagian driver *stepper motor*, pin PUL- dan pin DIR- pada kedua driver dihubungkan dan disambungkan pada pin GND arduino mega. Pada driver *stepper motor* 2, kabel warna biru tua pada pin PUL+ disambungkan pada pin 52 sedangkan kabel berwarna biru muda pada pin DIR+ disambungkan pada pin 50. Pada driver *stepper motor* 1, kabel warna kuning pada pin PUL+ disambungkan pada pin 48 sedangkan kabel warna merah pada pin DIR+ disambungkan pada pin 46.

#### 4.7 Prosedur Percobaan Mesin

Untuk membuat filamen, terdapat beberapa langkah tahapan untuk menjalankan mesin seperti pada gambar 4.7 dibawah :



Gambar 4. 8 Flowchart Prosedur Percobaan Mesin