

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan

Salah satu inovasi yang dilakukan untuk mengganti bahan baku pemberat jala atau tampang yang relatif mahal yaitu menggunakan kawat galvanis. Kawat galvanis dipilih karena harganya yang lebih terjangkau, mudah dicari serta tahan terhadap korosi. Dalam proses pembuatan pemberat jala menggunakan kawat galvanis menggunakan dua mekanisme, yaitu proses pengerolan dan proses pemotongan. Namun mesin yang akan dibuat dan diaplikasikan yaitu mesin untuk proses pengerolannya saja, sedangkan untuk proses pemotongan nantinya masih menggunakan gerinda potong atau cara manual. Pada proses pengerolan digunakan untuk membentuk kawat lurus menjadi bentuk spiral sebelum dilakukan pemotongan dan penyambungan menjadi rantai pemberat jala atau tampang. Dengan adanya mesin pengerol kawat pemberat jala diharapkan dapat mengurangi biaya produktifitas pada proses pembuatan pemberat jala khususnya pada proses pengerolan serta dapat memenuhi sarana dan prasarana untuk menambah produktifitas daya saing usaha perikanan khususnya di daerah Tritih Kulon, Kabupaten Cilacap.

4.1.1 Input Desain

Pada tahap ini dilakukan studi literatur dengan melakukan berbagai kegiatan meliputi *browsing* di internet, jurnal, membaca buku dan kemudian studi lapangan ke tempat pembuatan pemberat jala yang ada di desa Tritih Kulon Cilacap, serta di daerah pesisir pantai Cilacap. Daerah pesisir pantai dipilih karena daerah tersebut merupakan daerah yang kebanyakan masyarakat sekitar berprofesi sebagai nelayan sehingga dapat digunakan untuk perbandingan dan menggali informasi.

Berdasarkan keterangan hasil studi lapangan yang ada, para nelayan masih banyak menggunakan pemberat jala berbahan dasar timah. Hal ini dikarenakan nelayan merasa lebih susah apabila membuat pemberat jala menggunakan kawat dengan cara manual karena membutuhkan tenaga yang kuat dan waktu pengerolan yang cukup lama. Waktu yang diperlukan untuk proses melakukan pengerolan kawat memakan waktu kurang lebih 5 menit dengan panjang kurang lebih 30 centimeter dengan berat sekitar 200 gram menggunakan bahan kawat berdiameter 2 mm. Sedangkan untuk satu

unit jala berukuran 2,5 bentangan tangan orang dewasa membutuhkan tampang atau pemberat sekitar 6 kg. Pada satu unit jala membutuhkan 18 pcs hasil pengerolan sebelum di potong menjadi mata rantai. Dalam satu hasil pengerolan, setelah dipotong dan dikaitkan memiliki panjang sekitar 1,2 meter. Harga 1 kg pemberat jala berbahan dasar timah dipasaran berkisar 70.000 rupiah. Sedangkan harga 1 kg kawat galvanis dipasaran berkisar 25.000 rupiah.

Oleh karena itu beberapa nelayan mencoba untuk berinovasi membuat pemberat jala atau tampang menggunakan bahan kawat galvanis yang memiliki harga yang lebih murah sehingga dapat meminimalisir biaya. Sedangkan untuk nelayan yang berada di daerah pesisir pantai, hanya beberapa orang saja yang mempunyai jala. Hal itu dikarenakan kebanyakan dari mereka lebih menyukai jaring untuk menangkap ikan karena kondisi perairan yang luas dan tenang di lautan. Sehingga jaring lebih cocok untuk digunakan di lautan. Sedangkan jala lebih cocok digunakan di daerah sungai ataupun daerah payau seperti di daerah Tritih Kulon. Untuk pemberat jaring sendiri menggunakan timah bulat atau timbel yang di sambung satu persatu. Dari permasalahan diatas dapat disimpulkan kebutuhan dari mesin pengerol kawat pemberat jala sangat dibutuhkan untuk mengurangi biaya produktifitas pada proses pembuatan pemberat jala khususnya pada proses pengerolan. Dengan adanya kebutuhan mesin pengerol kawat pemberat jala diatas, selanjutnya maka akan tercipta spesifikasi mesin pengerol kawat pemberat jala seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan dilanjutkan dengan proses input desain menyerupai cara kerja proses pembuatan pemberat jala secara manual.

Tabel 4.1 Kebutuhan Mesin

No	Kebutuhan Mesin
1	Dapat mengerol kawat
2	Memiliki bentuk mesin yang sederhana
3	Perawatan dan pemeliharaan mesin yang mudah dan murah
4	Proses pengoperasian mesin yang mudah

4.1.2 Realisasi Desain

Setelah spesifikasi diperoleh, selanjutnya perlu adanya rencana realisasi desain sebagai acuan dalam pembuatan mesin seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Rencana Realisasi Mesin

No	Spesifikasi Mesin	Rencana Realisasi Mesin
1	Mesin dapat mengerol kawat	Pemahaman proses bending
2	Bentuk mesin yang sederhana	Dibuat dengan ukuran yang sesuai dengan kebutuhan
3	Perawatan dan pemeliharaan mesin yang mudah dan murah	Menggunakan komponen yang mudah diperoleh dipasaran dengan harga yang terjangkau
4	Pengoperasian mesin yang mudah	Pada poros pengerol digunakan sebuah <i>chuck</i> bor agar mudah untuk pemasangan dan pelepasan hasil pengerolan, serta mesin dilengkapi dengan saklar On-Off

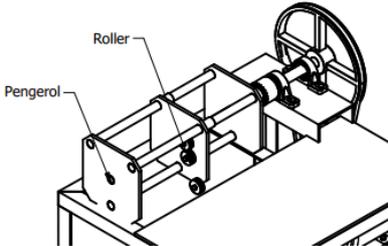
4.2 Penyusunan

Proses ini merupakan kelanjutan setelah rencana desain tersusun. Pada tahap ini dilakukan pertimbangan bagian-bagian serta pemilihan elemen mesin yang akan digunakan. Berikut ini merupakan tahapan rancangan mesin pengerol kawat pemberat jala.

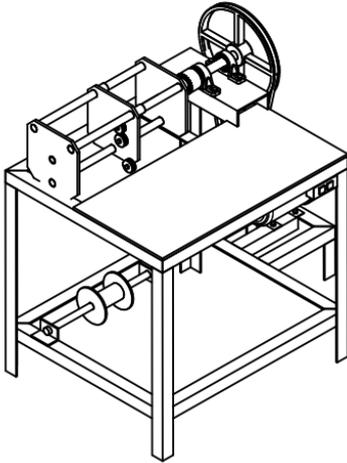
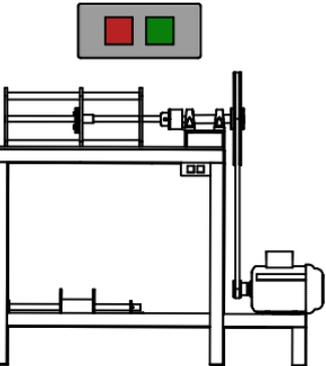
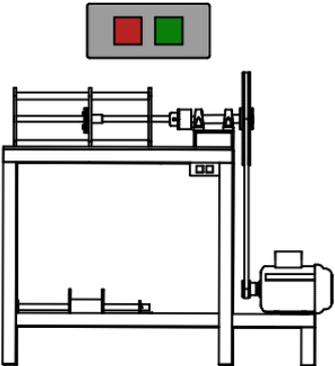
4.2.1 Sketsa awal

Dari hasil spesifikasi maka perlu adanya sketsa awal dalam proses pembuatan desain. Berikut ini merupakan Tabel 4.3 yang menjelaskan tentang sketsa awal pada mesin pengerol kawat pemberat jala.

Tabel 4.3 Sketsa Awal

No	Kebutuhan	Catatan	Gambar Konsep
1	Mesin dapat mengerol kawat	Pengerol dapat dibentuk memanjang menggunakan besi pejal agar hasil pengerolan dapat berbentuk spiral. Pada bagian pelat pengerol dipasang roller yang berfungsi untuk mengarahkan kawat sehingga proses pengerolan hasilnya sempurna	

Tabel 4.3 Sketsa Awal (lanjutan)

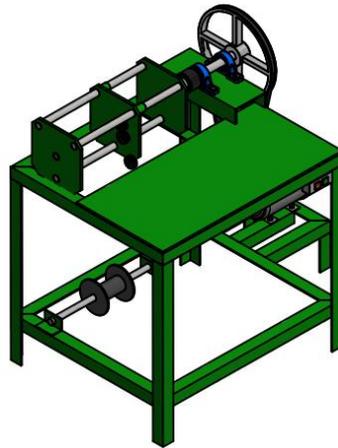
No	Kebutuhan	Catatan	Gambar Konsep
2	Bentuk mesin yang sederhana	Mesin dibuat dengan ukuran yang minimalis sesuai dengan kebutuhan	
3	Perawatan dan pemeliharaan mesin yang mudah dan murah	Mesin dibuat dengan konsep sederhana dan menggunakan komponen yang mudah didapatkan dipasaran dengan harga yang terjangkau	
4	Pengoperasian mesin	Pada poros pengerol dipasang <i>chuck</i> bor untuk memudahkan pemasangan dan pelepasan pengerol, kemudian mesin dioperasikan menggunakan tombol ON/OFF	

4.3 Perancangan

Setelah semua konsep ditentukan proses selanjutnya yaitu menggabungkan konsep dan dirancang. Pada tahap perancangan ini berisi tentang penjelasan bagian dari rancangan mesin serta komponen elemen mesin dari rancangan mesin.

4.3.1 Desain Wujud

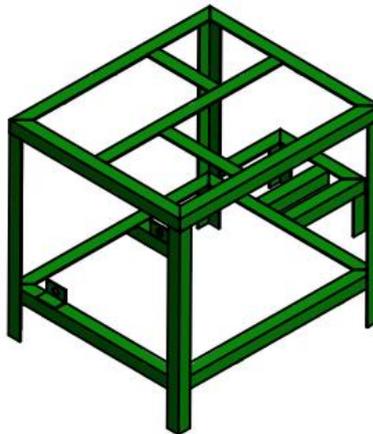
Berikut merupakan desain wujud dari mesin pengerol kawat pemberat jala yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Desain Wujud Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

4.3.2 Bagian Rangka Mesin

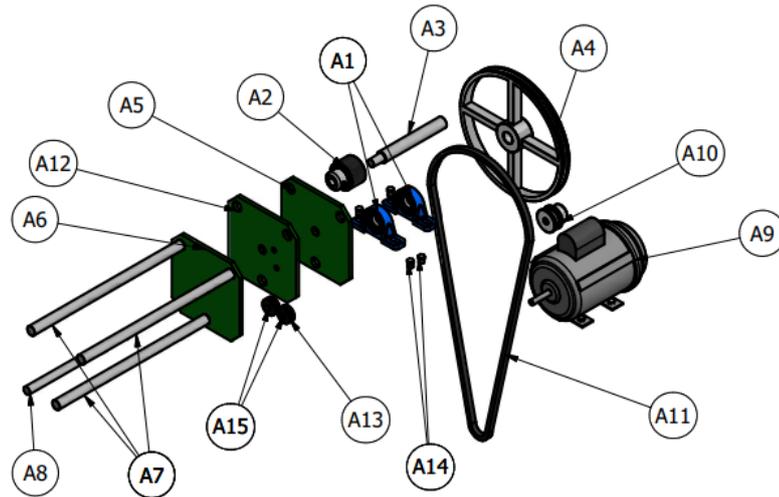
Rangka mesin berfungsi sebagai kekuatan mesin agar mesin kokoh dengan bentuk ukuran minimalis sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.



Gambar 4.2 Rangka Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

4.3.3 Bagian Komponen Mesin

Komponen mesin berfungsi sebagai penghasil daya untuk mengoperasikan mesin khususnya dalam proses pengerolan kawat. Komponen mesin ini terdiri dari *chuck* bor yang berfungsi untuk memasang dan melepaskan pengerol sehingga memudahkan dalam mengambil hasil dari kawat yang telah di *rolling*. Sistem transmisi yang digunakan menggunakan transmisi *belt* dan *pulley* yang digerakan oleh motor listrik.



Gambar 4.3 Komponen Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

Tabel 4.4 Komponen Mesin

Kode	Jumlah	Nama Bagian	Bahan
A1	2	Bearing dan house bearing	-
A2	1	Chuck bor	-
A3	1	Poros chuck bor	Mild steel
A4	1	Pulley driven	Alumunium
A5	1	Plat pengerol belakang	Mild steel
A6	1	Plat pengerol depan	Mild steel
A7	3	Rel pengerol	Mild steel
A8	1	Pengerol	Mild steel
A9	1	Motor listrik	-
A10	1	Pulley Driver	Alumunium
A11	1	Sabuk transmisi	Rubber
A12	1	Plat pengerol Tengah	Mild steel
A13	3	Roller	Mild steel
A14	4	Baut house bearing	Mild steel
A15	3	Baut roller	Mild steel

4.4 Penyelesaian

Penyelesaian merupakan tahap akhir dalam melakukan perancangan mesin yang akan digunakan sebagai acuan agar dalam proses produksi mesin menjadi lebih terarah.

4.5 Perhitungan Rangka Mesin

Dalam pembuatan rangka mesin diperlukan perhitungan yang cermat agar rangka yang dibuat kokoh dan dapat menopang komponen-komponen pada mesin. Dimensi rangka yang akan digunakan yaitu 700x600x660 mm dan menggunakan besi siku 40x40x4 mm sebagai rangka utama.

1. Perhitungan dimensi batang tekan pada rangka

Diketahui : $P = 9,5 \text{ kg} = 0,0095 \text{ ton}$

$$L_k = 10,095 \text{ m}$$

$$I_{\min} = 1,69 P(L_k)^2$$

$$I_{\min} = 1,69 \times 0,0095 (10,095)^2$$

$$I_{\min} = 1,69 \times 0,09681$$

$$I_{\min} = 1,636 \text{ cm}^4$$

Lihat Tabel profil baja tekan (siku 40x40x4) pada lampiran diperoleh $I_n = 1,86 \text{ cm}^4$

Maka, diperoleh $1,636 \text{ cm}^4 < 1,86 \text{ cm}^4$. Karena $I_{\min} < I_n$ maka dimensi besi siku 40x40x4 sudah aman untuk menopang komponen mesin.

2. Tegangan ijin material

Adapun material yang digunakan adalah ST 37 dengan yield strength 37 kg/mm² atau 362,8 N/mm² (lampiran B Tabel 3) dengan faktor keamanan sebesar 4 (lampiran B Tabel 2). Untuk digunakan menghitung tegangan ijin material digunakan persamaan berikut:

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_{\text{max}}}{Sf}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{362,8}{4}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = 90,7 \text{ N/mm}^2$$

3. Kekuatan material

Material yang dipakai yaitu siku 40x40x4. Untuk momen inersia material dapat dilihat pada lampiran profil baja tekan yaitu $1,86 \text{ cm}^4 = 18600 \text{ mm}^4$.

4. Tegangan maksimum pada rangka

a. Mencari nilai beban pada motor:

$$F = m \times g$$

$$F = 7 \times 9,8$$

$$F = 68,6 \text{ N}$$

Jadi beban yang terdapat pada motor listrik adalah 68,8 N dan ditopang oleh 2 rangka kaki dan 2 penyangga sehingga setiap titik pembebanan 17,15 N.

b. Mencari nilai RA dan RB pada beban motor

$$\sum F_y = 0$$

$$RA - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 + RB = 0$$

$$RA + RB = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$RA + RB = 17,15 + 17,15 + 17,15 + 17,15$$

$$RA + RB = 68,6 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$RB(a+b+c+d) - F_2(a) - F_3(a+b) - F_4(a+b+c) = 0$$

$$RB(0,3) - 17,15(0,05) - 17,15(0,13) - 17,15(0,25) = 0$$

$$RB = 24,58 \text{ N}$$

$$\text{Maka, nilai } RA + RB = 68,6 \text{ N}$$

$$RA = 68,6 - 24,58 = 44,02 \text{ N}$$

c. Mencari momen dititik B

$$\sum M_B = 44,02 (a)$$

$$\sum M_B = 44,02 (300)$$

$$\sum M_B = 13.206 \text{ Nmm}$$

d. Mencari beban pada pengerol

Diketahui massa pengerol 2,5 kg

$$F = m \times g$$

$$F = 2,5 \times 9,8$$

$$F = 24,5 \text{ N}$$

e. Mencari nilai RA dan RB pada beban pengerol

$$\sum F = 0$$

$$RA - F_1 - F_2 - F_3 + RB$$

$$RA + RB = F_1 + F_2 + F_3$$

$$RA + RB = 8,16 + 8,16 + 8,16$$

$$RA + RB = 24,5 \text{ N}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$RB(a+b+c) - F_2(a) - F_3(a+b) = 0$$

$$RB(0,7) - 8,16(0,26) - 8,16(0,44) = 0$$

$$RB = 8,16 \text{ N}$$

Maka nilai $RA + RB = 24,5 \text{ N}$

$RA = 16,33 \text{ N}$

f. Mencari momen di titik D dan E

$$\sum MD = RA (a)$$

$$\sum MD = 16,33 (260)$$

$$\sum MD = 4.246,67 \text{ Nmm}$$

$$\sum ME = RA (a+b)$$

$$\sum ME = 16,33 (440)$$

$$\sum ME = 7.186,67 \text{ Nmm}$$

Momen terbesar terjadi pada titik B sebesar 13.206 Nmm , sehingga tegangan maksimum yang diperoleh yaitu:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} \cdot [Y]}{I}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{13.206 \times 28,3}{18.600}$$

$$\sigma_{\max} = 20,0922 \text{ Nmm}^2$$

Dari hasil perhitungan tegangan maksimum, rancangan dikatakan aman apabila $\sigma_{\max} < \sigma$ ijin material. Adapun tegangan maksimum hasil perhitungan yaitu $20,0922 \text{ N/mm}^2$ sedangkan tegangan ijin material sebesar $90,7 \text{ N/mm}^2$.

5. Safety faktor rancangan

$$Sf = \frac{\text{Yield Strength}}{\sigma_{\max \text{ rangka}}}$$

$$Sf = \frac{362,8}{20,093}$$

$$Sf = 18,056$$

Dari hasil perhitungan faktor keamanan rancangan dikatakan aman apabila faktor keamanan yang didapat lebih besar dari faktor keamanan ijin material. Adapun faktor keamanan hasil perhitungan sebesar $18,056$ lebih besar dari faktor keamanan ijin material sebesar 4 , maka rancangan dikatakan aman.

4.6 Perhitungan Elemen Mesin

4.6.1 Perhitungan Rencana Daya Motor Listrik

Untuk menghitung daya motor listrik terlebih dahulu menentukan besar torsi yang akan digunakan menggunakan persamaan:

$$T = F \times r \text{ (Dwi L. Fajri, 2022)}$$

Dimana gaya pengerolan yang dibutuhkan:

$$F = L \times w$$

$$F = 10 \times 2$$

$$F = 20 \text{ N}$$

Sedangkan jarak antara roller dengan sumbu pengerolan 16 mm, sehingga torsi yang dibutuhkan yaitu:

$$T = 20 \times 16$$

$$T = 320 \text{ Nmm} = 0,32 \text{ Nm}$$

Setelah mengetahui besarnya torsi yang dibutuhkan, selanjutnya menghitung transmisi daya proses pengerolan, yaitu:

Diketahui :

$$n = 1400 \text{ Rpm}$$

$$T = 0,32 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{n \times T}{5252}$$

$$P = \frac{1400 \times 0,32}{5252}$$

$$P = 0,085 \text{ HP}$$

Setelah kebutuhan transmisi daya proses pengerolan diketahui selanjutnya menghitung daya mesin yang dibutuhkan menggunakan persamaan:

$$P_d = F_c \times P$$

Diketahui:

$$F_c = 2 \text{ (lampiran A Tabel 2)}$$

$$P = 0,085 \text{ HP}$$

$$P_d = 2 \times 0,085 \text{ HP}$$

$$P_d = 0,17 \text{ HP atau } 126,82 \text{ watt} = 0,127 \text{ kW}$$

Dengan melihat spesifikasi diatas dan ketersediaan motor listrik dipasaran, maka dipilih motor listrik daya ¼ HP dengan putaran 1400 Rpm, *single phase* arus AC 220 Volt.



Gambar 4.4 Motor Listrik ¼ HP

Spesifikasi motor :

Daya motor : $\frac{1}{4}$ HP = 0,25 HP

Voltase : 220 V

Kecepatan motor : 1400 rpm

Perhitungan kecepatan sudut motor

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

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1400}{60}$$

$$\omega = 146,5 \text{ rad/s}$$

Jadi kecepatan sudut pada motor tersebut 146,5 rad/s

4.6.2 Perhitungan Sabuk dan *Pulley*

1. Perhitungan perbandingan *pulley*

Dengan putaran motor listrik (n) = 1400 rpm, putaran yang diinginkan 200 rpm, dengan rencana diameter *pulley driver* (d_p) = 1,5 Inch atau 38,1 mm. Jadi untuk menentukan besarnya *pulley driven* yaitu:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p}$$

$$\frac{1400}{200} = \frac{D_p}{38,1}$$

$$D_p = \frac{1400 \cdot 38,1}{200}$$

$$D_p = 266,7 \text{ mm atau } 10,5 \text{ Inch}$$

2. Perhitungan panjang sabuk

Dengan rencana jarak sumbu poros (C) = 520 mm, jadi untuk menentukan panjang sabuk yang digunakan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2$$

$$L = 2(520) + \frac{3,14}{2} (38,1 + 266,7) + \frac{1}{4(520)} (266,7 - 38,1)^2$$

$$L = 1040 + 478,536 + 25,12$$

$$L = 1543,66 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dipilih sabuk dengan panjang 1549 mm atau 61 inch (lampiran C Tabel 2).

3. Perhitungan jarak sumbu poros

Untuk mengoreksi jarak antar poros menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 + 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

dimana:

$$b = 2L - 3,14(D_p + d_p)$$

$$b = 2(1543,66 - 3,14(266,7 + 38,1))$$

$$b = 2.130,248$$

Maka jarak sumbu poros yang sebenarnya adalah

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 + 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2130,248 + \sqrt{2130,248^2 + 8(266,7 - 38,1)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2130,248 + 2226,212}{8}$$

$$C = 544,55752 \text{ mm (545 mm)}$$

4. Perhitungan kecepatan sabuk

Dengan putaran n_1 adalah 1400 rpm, jadi untuk menghitung kecepatan keliling sabuk dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$v = \frac{\pi d_p n_1}{60.1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 38,1 \times 1400}{60.1000}$$

$$v = 2,79 \text{ mm/s} = 0,00279 \text{ m/s}$$

5. Perhitungan sudut kontak *pulley* kecil

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{c}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(266,7 - 38,1)}{544,55}$$

$$\theta = 180^\circ - 23,92$$

$$\theta = 156,07 = 156^\circ$$

6. Perhitungan gaya tarik sabuk yang bekerja pada pulley

Dengan daya motor listrik $\frac{1}{4}$ Hp atau 126,82 watt, putaran $n_1 = 1400$ rpm, torsi 0,9 Nm dan $\frac{1}{2}$ diameter *pulley* yang digerakkan (r) = 133,35 mm atau 0,133 m. Jadi untuk menghitung besarnya gaya tarikan sabuk V dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{0,9}{0,133}$$

$$F = 7,033 \text{ N}$$

4.6.3 Perhitungan Poros

1. Daya rencana

Daya rencana yang akan ditransmisikan oleh poros sesuai dengan perhitungan diatas yaitu sebesar 0,127 Kw atau 0,17 HP.

2. Momen puntir rencana

Rencana output putaran poros 200 rpm. Jadi untuk menghitung momen puntir rencana dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,127}{200}$$

$$T = 618,49 \text{ Kgmm}$$

3. Tegangan geser

Material yang akan digunakan pada bagian pengerol adalah poros batang baja ST37 dengan kekuatan tarik = 37kg/mm², faktor keamanan (Sf₁) = 6,0 (lampiran D Tabel 1), dan konsentrasi tegangan (Sf₂) = 3,0. Jadi untuk menghitung tegangan geser pada poros pengerol dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{37}{6,0 \times 3,0}$$

$$\tau_a = \frac{37}{18}$$

$$\tau_a = 2,05 \text{ kg/mm}^2$$

4. Perhitungan besar gaya reaksi

Menghitung besarnya gaya reaksi vertikal pada Rv_a dan Rv_b

Dimana:

$$P_3 = F_A = Rv_a = \text{Gya reaksi bantalan A (kg)}$$

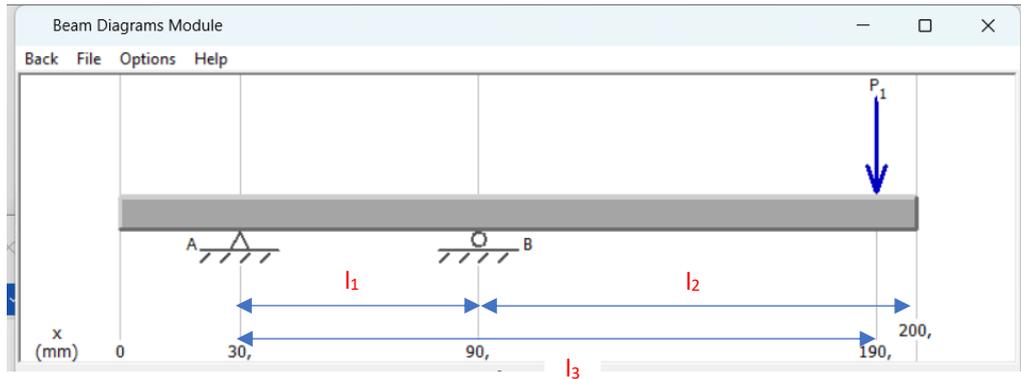
$$P_2 = F_B = Rv_b = \text{Gaya reaksi bantalan B (kg)}$$

$$P_1 = F_C = \text{Gaya tarik sabuk (kg)} \quad 6,77 \text{ N} = 0,677 \text{ kg}$$

$$l_1 = \text{Jarak antara bantalan A dengan B (mm)}$$

$$l_2 = \text{Jarak antara bantalan B dengan pulley (mm)}$$

l_3 = Jarak antara bantalan A dengan *pulley* (mm)



Mencari besarnya gaya reaksi vertikal R_{V_b} dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$\sum M_A = 0$; putaran searah jarum jam

$$(-R_{V_b} \cdot l_1) + (F_C \cdot l_3) = 0$$

$$(-R_{V_b} \cdot 60) + (6,77 \cdot 160) = 0$$

$$-R_{V_b} \cdot 60 + 1083,2 = 0$$

$$-R_{V_b} \cdot 60 = -1083,2$$

$$-R_{V_b} = \frac{-1083,2}{60}$$

$$-R_{V_b} = -18,05 \text{ N}$$

$$R_{V_b} = 18,05 \text{ N atau } 1,805 \text{ kg}$$

Jadi besarnya gaya reaksi pada $R_{V_b} = 1,805 \text{ kg}$ arah gaya keatas. Untuk mencari arah gaya reaksi vertikal R_{V_a} dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$\sum F = 0$ arah kebawah

$$F_A + F_B + F_C = 0$$

$$R_{V_a} + R_{V_b} + F_C = 0$$

$$R_{V_a} + 18,05 + (-6,77) = 0$$

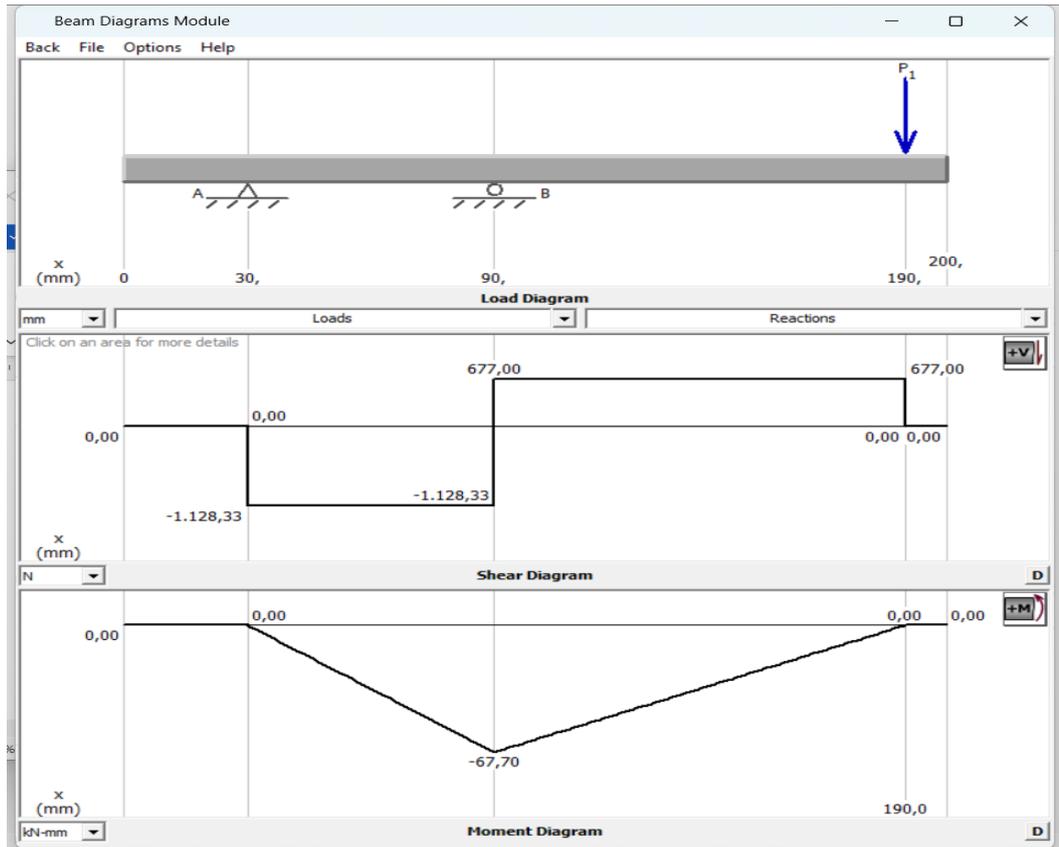
$$R_{V_a} + 11,28 = 0$$

$$R_{V_a} = -11,28 \text{ N atau } -1,128 \text{ kg arah gaya ke bawah.}$$

M_B dari kanan berlawanan arah jarum jam:

$$M_B = F_c \times l_2$$

$$M_B = -0,677 \times 100 = -67,7 \text{ kgmm}$$



Gambar 4.5 Momen Diagram MD SOLID

5. Perhitungan diameter poros

Karena poros yang akan digunakan untuk mentransmisikan daya melalui sistem transmisi sabuk, dengan demikian poros tersebut mendapatkan beban puntir dan lentur dengan:

- Faktor koreksi momen puntir (K_t) = 2 (lampiran D Tabel 2)
- Faktor koreksi momen lentur (K_m) = 2 (lampiran D Tabel 3)
- Momen lentur ekivalen (M) atau $M_B = 67,7$ Kgmm
- Momen puntir rencana (T) = 618,49 Kgmm
- Tegangan geser (τ_a) = 2,05 kg/mm²

Jadi untuk menghitung diameter poros pada pengerol digunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_s \geq \left[\frac{5.1}{\tau_a} \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{1/3}$$

$$d_s \geq \left[\frac{5.1}{2,05} \sqrt{(2 \times 67,7)^2 + (2 \times 618,49)^2} \right]^{1/3}$$

$$d_s \geq \left[\frac{5.1}{2,05} \sqrt{1548453} \right]^{1/3}$$

$$d_s \geq \left[\frac{5.1}{2,05} \times 1244 \right]^{1/3}$$

$$d_s \geq [3095,746]^{1/3}$$

$$d_s \geq 14,574 \text{ mm}$$

Jadi diameter poros minimal yang diizinkan pada bagian pengerol yaitu 14,574 mm. Maka digunakan poros dengan diameter 25,4 mm atau 1 inch dengan alasan dipasaran diameter poros yang mendekati 14,574 mm adalah 25,4 dan untuk mempermudah mencari ukuran bantalan di pasaran.

4.6.4 Perhitungan Bantalan Gelinding

Berikut ini merupakan tahapan untuk menentukan umur bantalan pada bagian pengerol. Bantalan yang digunakan yaitu bantalan bola baris tunggal dengan spesifikasi : (lihat lampiran E Tabel 2)

Nomor bantalan	: UCP-205-16
Lebar rumah bantalan (A)	: 1,5 Inch
Jarak lubang baut (J)	: 4,5 Inch
Diameter dalam bantalan (d)	: 1 Inch atau 25,4 mm
Diameter lubang baut (N)	: 0,5 Inch
Tinggi bantalan (H2)	: 36,5 mm
Kapasitas nominal dinamis spesifik (C)	: 3147 lbs = 1427,21 kg

1. Perhitungan beban ekuivalen dinamis

Misalkan sebuah bantalan membawa beban aksial F_a (kg) dan beban radial F_r (kg) dengan :

- Beban radial (F_r) atau beban tegak lurus dengan sumbu poros, dapat dicari dengan menghitung gaya tarik sabuk ($6,77 \text{ N} = 0,677 \text{ kg}$)
- Beban aksial (F_a) atau beban yang sejajar dengan sumbu poros, dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$F_a = m_{pulley} + m_{poros \text{ pengerol}} + m_{chuck \text{ bor}}$$

$$F_a = 1 \text{ kg} + 0,8 \text{ kg} + 0,8 \text{ kg} = 2,6 \text{ kg}$$

- Pembebanan pada cincin dalam yang berputar bernilai (V) = 1 (lampiran E Tabel 1),
Faktor (x) = 0,56 (lampiran E Tabel 1)
Faktor (y) = 2,30 (lampiran E Tabel 1)

Jika tidak terdapat getaran atau tumbukan, maka besarnya beban total (F_r) harus dikalikan dengan faktor beban (f_w). Untuk putaran halus tanpa beban tumbukan faktor beban $f_w = 1$. Maka diambil faktor beban 1. Jadi besarnya beban total dikalikan faktor beban.

$$F_w = F_r \times f_w$$

$$F_w = 0,677 \times 1$$

$$F_w = 0,677 \text{ Kg}$$

Jadi untuk menghitung ekivalen dinamis dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_r = XVF_r + YF_a$$

$$P_r = 0,56 \times 1 \times 0,677 + 2,3 \times 2,6$$

$$P_r = 6,36 \text{ Kg}$$

2. Perhitungan faktor kecepatan

Kecepatan putaran adalah 200 rpm, jadi untuk menghitung faktor kecepatan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3}$$

$$f_n = \left[\frac{33,3}{200} \right]^{1/3}$$

$$f_n = [0,1665]^{1/3}$$

$$f_n = 0,55$$

3. Perhitungan faktor umur

Dengan beban dinamis spesifik (C) = 1427,21 kg dan beban ekivalen dinamis (P_r) = 6,36 kg, untuk menghitung faktor umur menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_h = f_n \frac{C}{P_r}$$

$$f_h = 0,55 \frac{1427,21}{6,36}$$

$$f_h = 123,47$$

4. Perhitungan umur bantalan

$$L_h = 500 \cdot f_h^3$$

$$L_h = 500(123,47)^3$$

$$L_h = 500(1882291,22)$$

$$L_h = 941145610 \text{ putaran beroperasi}$$

Karena mesin memiliki putaran 200 rpm, maka dijadikan jam menjadi

$$\frac{941145610}{200(60)} = 78428,801 \text{ atau } 78429 \text{ jam beroperasi}$$

Jadi, bantalan bola yang digunakan pada mesin pengerol kawat pemberat jala memiliki umur 78429 jam beroperasi.

4.7 Pengujian Fungsi Mesin

Pengujian fungsi mesin bertujuan untuk mengetahui apakah mesin tersebut dapat mengerol kawat sehingga dapat digunakan untuk membuat pemberat jala, serta untuk mengetahui kekurangan dari mesin tersebut, sehingga pada kesempatan yang akan datang dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat mesin yang lebih baik lagi.

Tabel 4.5 Pengujian Fungsi Komponen Mesin

No	Proses	Visual
1	Mempersiapkan mesin pengerol kawat pemberat jala dalam kondisi siap uji setelah dirakit.	
2	Menghubungkan arus listrik AC 220V.	
3	Pastikan tombol dalam keadaan OFF dan dapat beroperasi ketika tombol di ON	
4	Kondisikan pengerol sudah terpasang pada <i>chuck</i> bor	
5	Kondisikan kawat sudah terpasang pada rangka bagian bawah dengan baik	

4.8 Pengujian Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

Parameter pada pengujian mesin pengerol kawat pemberat jala yaitu kawat galvanis yang awalnya berbentuk lurus dapat terbentuk spiral oleh mesin. Berikut tahapan pengujian mesin pengerol kawat pemberat jala

Tabel 4.6 Pengujian Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

No	Proses	Visualisasi
1	Mempersiapkan alat bantu yaitu tang potong yang digunakan untuk mempermudah proses pengerjaan.	
2	Mempersiapkan material yang akan dilakukan proses pengerolan (kawat galvanis berdiameter 2mm).	
3	Pastikan pengerol sudah tercekam pada <i>chuck</i> bor dan kencangkan.	
4	Kencangkan baut penyangga pada plat pengerol depan yang berfungsi untuk menjaga pengerol tetap stabil dalam berputar ketika mesin beroperasi.	
5	Pastikan kawat terpasang pada pengerol dengan benar dan pastikan posisi kawat melewati roller supaya hasil pengerolan maksimal.	
6	Nyalakan mesin dengan menekan tombol ON pada saklar.	

Tabel 4.6 Pengujian Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala (lanjutan)

No	Proses	Visualisasi
7	Kawat galvanis dapat dilakukan pengerolan bentuk spiral dan hasil seragam	

4.9 Uji Hasil Mesin Pengerol Kawat Pemberat Jala

Pengujian mesin pengerol kawat pemberat jala dilakukan dengan mengerol kawat galvanis berdiameter 2 mm di laboratorium FTI UNUGHA Cilacap. Pengerolan kawat dilakukan dalam beberapa ukuran diameter pengerol meliputi 14 mm, 16 mm, dan 18 mm. Hal ini disesuaikan dengan ukuran pemberat jala ikan yang terdapat dipasaran. Setelah dilakukan pengujian mesin kawat yang awalnya lurus dapat berubah bentuk menjadi spiral seperti pegas dengan hasil yang seragam sehingga dapat dilakukan ketahap pemotongan untuk nantinya digunakan sebagai pemberat jala. Untuk mengetahui kapasitas waktu pengerolan dan berat hasil pengerolan maka dilakukan suatu pengujian hasil. Untuk menghitung waktu pengerolan dilakukan menggunakan *stopwatch*, sedangkan untuk mengetahui berat dilakukan dengan cara menimbang di timbangan digital yang telah disiapkan sebelumnya.

Pengujian diameter yang pertama menggunakan poros pengerol diameter 18 mm. Pada pengerolan pertama didapatkan hasil pengerolan sepanjang 30 cm dengan waktu yang didapatkan yaitu 30.29 detik, dan berat 238 gram. Pengujian yang kedua didapatkan waktu pengerolan 30.01 detik dan berat 237 gram dengan panjang yang sama. Pada pengujian yang ketiga didapatkan waktu pengerolan 30.27 detik dan berat 237 gram.

Pengujian diameter yang kedua menggunakan poros pengerol diameter 16 mm. Pada pengerolan pertama didapatkan hasil pengerolan sepanjang 30 cm dengan waktu 29.97 detik dan berat 200 gram. Pengujian yang kedua didapatkan hasil pengerolan 30.63 detik dan berat 202 gram. Pada pengujian yang ketiga didapatkan waktu pengerolan 30.30 detik dengan berat 201 gram.

Pengujian diameter yang ketiga menggunakan poros pengerol diameter 14 mm. Pada pengerolan pertama didapatkan hasil pengerolan sepanjang 30 cm dengan waktu pengerolan 32.51 detik dengan berat 180 gram. Pada pengerolan yang kedua didapatkan waktu pengerolan 32.01 detik dengan berat 180 gram. Pada pengujian yang ketiga didapatkan waktu pengerolan 31.55 detik dengan berat 181 gram.

Beberapa kendala yang masih terdapat pada alat ini yang pertama yaitu kurang besarnya dimensi dari ruang *output* (jarak plat pengerol depan dengan plat pengerol tengah) sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama ketika akan mengaitkan kawat ke lubang poros pengerol karena harus mengendurkan baut *roller* atas. Hal ini bisa dijadikan bahan untuk proses pengembangan selanjutnya yaitu dengan memperbesar ruang *output* atau dengan memajukan lubang pengait kawat yang terdapat pada poros pengerol.

Kendala yang kedua yaitu ketika akan melepas hasil pengerolan kawat yang dikaitkan kedalam lubang poros pengerol terasa kencang ketika akan dikeluarkan. Hal ini dikarenakan kawat mengalami penarikan pada saat proses deformasi kawat dari kawat yang awalnya lurus menjadi spiral. Sehingga pada saat pengujian operator membutuhkan alat bantu tang untuk menarik kawat yang terjepit di poros pengerol.

Kendala yang ketiga yaitu pada saat pengujian diameter 16 mm masih terjadi penumpukan pengerolan atau *double rolling*. Sehingga hasil pengerolan menjadi tidak seragam dan bertumpuk sehingga menjadikan operator merasa susah ketika akan melepaskan hasil rol dari poros pengerol. Setelah dilakukan uji coba berlanjut maka masalah tersebut dapat diatasi dengan cara memberikan pelumasan terhadap rel pengerol sehingga pada saat dilakukan pengerolan kembali pergerakan plat pengerol tengah menjadi lebih lancar. Setelah dilakukan pelumasan pada bagian rel pengerol, pengujian diameter 14 mm penumpukan pengerolan tidak terjadi.

Tabel 4.7 Data Hasil Uji Pengerolan Kawat

No	Diameter	Waktu Pengerolan (Detik)			Berat Hasil Pengerolan (Gram)		
		I	II	III	I	II	III
1	14 mm	32.51	32.01	31.55	180	180	181
2	16 mm	29.97	30.63	30.30	200	202	201
3	18 mm	30.29	30.01	30.27	238	237	237

1. Waktu rata-rata pengerolan

$$\text{Waktu rata-rata pengerolan} = \frac{\text{waktu pengerolan 1,2,3}}{3}$$

- Diameter 14 mm

$$\frac{32.51+32.01+31.55}{3} = 32.02 \text{ detik}$$
- Diameter 16 mm

$$\frac{29.97+30.63+30.30}{3} = 30.3 \text{ detik}$$
- Diameter 18 mm

$$\frac{30.29+30.01+30.27}{3} = 30.19 \text{ detik}$$

2. Berat rata-rata hasil pengerolan

$$\text{Berat rata-rata pengerolan} = \frac{\text{berat hasil pengerolan 1,2,3}}{3}$$

- Diameter 14 mm

$$\frac{180+180+181}{3} = 180,3 \text{ gram}$$
- Diameter 16 mm

$$\frac{200+202+201}{3} = 201 \text{ gram}$$
- Diameter 18 mm

$$\frac{238+237+237}{3} = 237,3 \text{ gram}$$

3. Waktu produksi

$$\text{Waktu produksi} = \left(\frac{\text{waktu yang diinginkan}}{\text{waktu pengerolan}} \right) \times \text{berat hasil pengerolan}$$

- Diameter 14 mm

$$\frac{1 \text{ jam}}{32.02} \times 180,3 = \frac{1}{0,0089} \times 0,1803 = 20,27 \text{ kg/jam}$$

- Diameter 16 mm

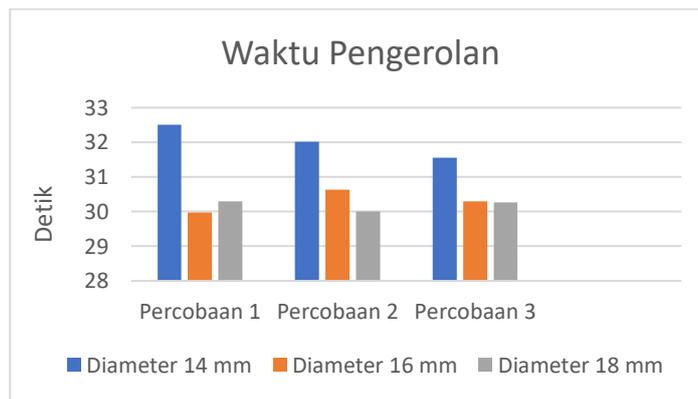
$$\frac{1 \text{ jam}}{30.3} \times 201 = \frac{1}{0,00841} \times 0,201 = 23,88 \text{ kg/jam}$$

- Diameter 18 mm

$$\frac{1 \text{ jam}}{30.09} \times 237,3 = \frac{1}{0,0083} \times 0,2373 = 28,30 \text{ kg/jam}$$

Jadi rata-rata waktu produksi yang dihasilkan = $\frac{20,25+23,92+28,59}{3} = 24,15$

kg/jam atau 24 kg/jam.

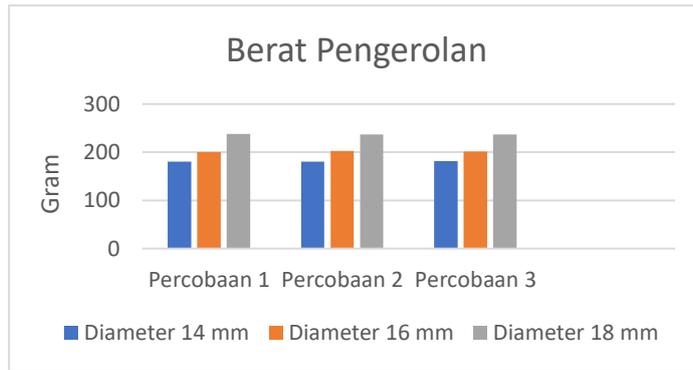


Gambar 4.6 Grafik Waktu Pengerolan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada percobaan diameter pengerolan 14 mm membutuhkan waktu pengerolan yang lebih lama dibandingkan dengan waktu pengerolan diameter 16 mm dan 18 mm yaitu 32.02 detik. Sedangkan waktu pengerolan tercepat terjadi pada pengerolan diameter 18 mm dengan waktu 30.19 detik.

Pada percobaan pertama pengerolan diameter 16 mm pada grafik terbaca lebih rendah daripada percobaan ke dua dan ketiga. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada saat awal mengaitkan kawat kedalam lubang pengait, poros diputar lebih banyak setengah putaran daripada percobaan yang kedua dan ketiga. Sehingga waktu yang dihasilkan lebih cepat dari pada percobaan yang kedua dan ketiga.

Sedangkan pada pengerolan diameter 14 mm pada percobaan yang ketiga waktu yang dihasilkan lebih sedikit daripada percobaan yang pertama dan kedua. Hal ini juga terjadi karena pada saat awal memasukan kawat kedalam lubang pengait lebih banyak setengah putaran. Sehingga waktu yang dihasilkan lebih cepat dari percobaan sebelumnya.



Gambar 4.7 Grafik Berat Hasil Pengerolan

Sedangkan pada grafik berat hasil pengerolan dapat disimpulkan bahwa hasil pengerolan diameter 18 mm memiliki berat tertinggi dibandingkan dengan berat hasil pengerolan diameter 14 mm dan 16 mm yaitu 237,3 gram.