

PERANCANGAN TRANSMISI MESIN PEMBUAT PAGAR KAWAT HARMONIKA

Adytia Putra Pratama¹ Julian Robi Pratama² Ulikaryani³ Jenal Sodikin⁴

^{1,2,4}Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian, Program Studi Teknik Mesin

³Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian, Program Studi Teknologi Rekayasa Energi

Terbarukan

Politeknik Negeri Cilacap

Email: adytp42@gmail.com

ABSTRAK

Kawat yang berbentuk zig-zag atau yang biasa disebut dengan kawat harmonika dapat digunakan untuk membuat pagar. Pembuatan kawat harmonika dilakukan dengan cara menekuk kawat hingga berbentuk zig-zag. Proses pembuatan pagar kawat harmonika dapat dijadikan sebagai salah satu produksi industri rumahan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu melakukan perancangan komponen transmisi mesin pembuat pagar kawat harmonika dengan menghitung elemen mesin pada transmisi. Metode penelitian menggunakan pendekatan metode VDI 2222. Hasil rancangan yaitu berupa desain wujud mesin pembuat pagar kawat harmonika. Hasil perhitungan elemen mesin pada mesin pembuat pagar kawat harmonika mempunyai hasil meliputi transmisi *pully* yang digunakan yaitu tipe A dengan ukuran 4 inch dan 14 inch, sabuk-v yang digunakan yaitu sabuk dengan tipe A dengan panjang keliling sabuk 76 inch. Sedangkan, diameter poros yang digunakan pada mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu 25 mm dengan material S45C dan estimasi gaya yang diperlukan dalam pembendingan kawat yaitu sebesar 7,27 N.

Kata kunci: perancangan, sistem transmisi, pagar kawat harmonika.

ABSTRACT

Zig-zag wire or what is usually called harmonica wire can be used to make fences. Making harmonica wire is done by bending the wire into a zig-zag shape. The process of making harmonica wire fences can be used as a home industry production. Therefore, the aim of this research is to design the transmission components of the harmonica wire fence making machine by calculating the machine elements in the transmission. The research method uses the VDI 2222 method approach. The design results are in the form of a harmonica wire fence making machine. The results of calculating the machine elements on the harmonica wire fence making machine have results including the transmission pulley used, namely type A with sizes 4 inches and 14 inches, the v-belt used is type A belt with a belt circumference length of 76 inches. Meanwhile, the diameter of the shaft used in the harmonica wire fence making machine is 25 mm with S45C material and the estimated force required in bending the wire is 7.27 N.

Keywords: design, transmission system, harmonica wire fence

1. Pendahuluan

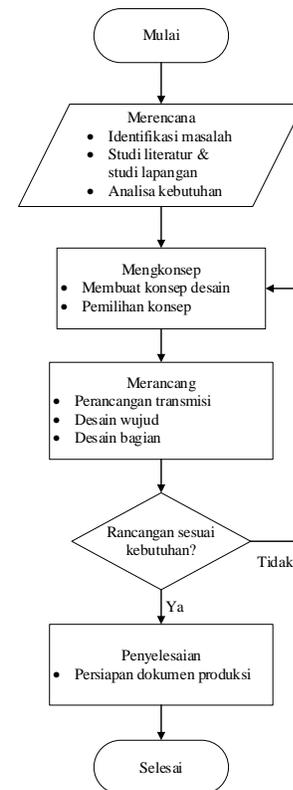
Pemanfaatan kawat dapat dijadikan bentuk dalam peluang usaha yang dimanfaatkan untuk mendapatkan nilai tambah dari tersebut [1]. Kawat yang dibentuk zig-zag, dikenal juga sebagai kawat harmonika dan dapat dimanfaatkan untuk membuat pagar. Kawat harmonika ini merupakan kawat besi yang dianyam atau dipelintir ataupun dibanding menggunakan mesin dengan teknik tertentu sehingga dapat menghasilkan lubang-lubang dengan bentuk yang unik.

Mesin bending adalah mesin yang berfungsi untuk menekuk atau membending benda logam dengan sudut tertentu [2][3]. Mesin ataupun alat bending kawat zig-zag telah diteliti dan dirancang bangun oleh sejumlah peneliti. Pembahasan yang diteliti meliputi perencanaan ulang alat bending zig zag, dimana berdasarkan gaya pemebentukan dan daya yang digunakan pada motor yaitu 0,7 HP didapatkan gaya yang diperlukan untuk melakukan proses bending sebesar 2,32 kgf untuk dapat membending kawat hingga menjadi zig-zag [4]. Pembuatan alat bending menggunakan motor listrik AC 0,75 HP dengan kecepatan 1440 RPM juga pernah dilakukan dan menggunakan transmisi puli dan sabuk v. Gaya yang dibutuhkan untuk membending kawat diameter 1,2 mm yaitu 4,36 N dan daya yang dibutuhkan untuk merangkai anyaman yaitu sebesar 0,83 kWatt [5]. Kemudian ada pula penelitian yang menggunakan puli sebanyak 4 buah dengan daya motor listrik 0,33 HP [6].

Beberapa penelitian terdahulu kaitannya dengan sistem transmisi dan motor yang digunakan maka penelitian ini mengacu pada banyak referensi.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yaitu dengan melakukan suatu perancangan mesin secara terstruktur berdasarkan metode pendekatan VDI 2222 [7][8]. Perancangan dimulai dengan merencana, mengkonsep, merancang dan penyelesaian. Adapun fokus utama pada penelitian ini adalah pada perancangan komponen transmisi mesin pembuat kawat harmonika dengan melakukan sejumlah perhitungan dan simulasi pembebanan.



Gambar 1. Diagram alir perancangan

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan tahapan merencana dan mengkonsep maka penelitian dilanjutkan pada tahapan perancangan mesin yaitu dengan melakukan sejumlah perhitungan komponen transmisi mesin yang akan digunakan dan simulasi pembebanan.

A. Perancangan transmisi

Perancangan elemen mesin pada mesin pembuat pagar kawat harmonika dilakukan untuk mengetahui perencanaan motor penggerak yang digunakan, diameter minimal poros yang sesuai dan jenis transmisi yang akan digunakan pada mesin pembuat pagar kawat harmonika [9].

Perhitungan Perencanaan Motor Penggerak

Perhitungan dalam perencanaan motor penggerak bertujuan untuk mengetahui daya motor penggerak minimum yang dapat dipakai dalam suatu perancangan yang menggunakan motor penggerak. Berikut merupakan persamaan yang dapat digunakan dalam mengetahui daya minimum motor pada mesin pembuat pagar kawat harmonika.

a. Perhitungan gaya bending kawat

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{F \cdot L}{\pi \cdot r^3}$$

$$240 = \frac{F \times 120}{3,14 \times 1,05^3}$$

$$F = 7,27 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan dalam melakukan bending kawat dengan diameter 2,1 mm yaitu 7,27 N.

b. Perhitungan gaya yang timbul [10]

Perhitungan diawali dengan input data massa yang digerakan dengan poros. Massa beban yang bekerja dapat dicari dengan persamaan berikut. Gaya yang bekerja pada tumpuan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini (nilai percepatan gravitasi = 10 m/s²).

Tabel 1. Gaya yang timbul pada poros

| NO | Nama Part | Massa (kg) | Gaya (N) |
|-------------------------------|--------------------|------------|----------------|
| 1 | Gaya bending kawat | | 7,27 |
| 2 | Poros utama | 1,5 | 15 |
| 3 | Pulley | 1,3 | 13 |
| 4 | Plat penekuk kawat | 0,3 | 3 |
| Total gaya yang timbul | | | 38,27 N |

c. Perhitungan torsi motor penggerak [11][12]

Untuk menghitung torsi motor yang dibutuhkan pada mesin pembuat pagar harmonika digunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = F (\text{gaya yang timbul}) \times r (\text{jarak lengan momen})$$

$$T = 38,27 \text{ N} \times 177,8 \text{ mm}$$

$$T = 38,27 \text{ N} \times 0,1778 \text{ m}$$

$$T = 6,8 \text{ Nm}$$

d. Perhitungan daya motor yang dibutuhkan

Dalam menghitung daya motor penggerak yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = T \times \omega$$

Keterangan:

$$P = \text{Daya (kW)}$$

$$T = \text{Torsi yang dibutuhkan (Nm)}$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut (rad/s)}$$

e. Perhitungan kecepatan sudut

Putaran rencana yang digunakan (n_2) adalah 700 rpm, maka perhitungan kecepatan sudut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n_2}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 700}{60}$$

$$\omega = \frac{4396}{60}$$

$$\omega = 73,27 \text{ rad/s}$$

Setelah diketahui torsi dan kecepatan sudut yang berkerja pada mesin pembuat pagar harmonika,

maka dapat dilakukan perhitungan daya motor penggerak yang dibutuhkan yaitu:

$$P = T \times \omega$$

$$P = 6,8 \times 73,27$$

$$P = 498 \text{ watt}$$

Maka daya motor penggerak yang dibutuhkan dalam mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu 498 watt.

Perhitungan Pulley dan Sabuk V

a. Menentukan Spesifikasi yang digunakan

$$P = 0,5 \text{ kW}$$

$$n_1 = 2500 \text{ rpm (Putaran motor penggerak)}$$

$$n_2 = 700 \text{ rpm (Putaran transmisi yang direncanakan)}$$

$$i \approx 2500/700 \approx 3,571$$

$$C \approx 580 \text{ mm}$$

b. Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \times P$$

$$f_c = 1,3 (\text{variasi beban kecil dengan kerja 8-10 jam})$$

$$P_d = 1,3 \times 0,5 \text{ kW}$$

$$P_d = 0,65 \text{ kW}$$

c. Menentukan tipe sabuk-v yang digunakan

Dalam penentuan sabuk-v yang digunakan diperlukan daya rencana dan putaran motor penggerak. Diambil dari gambar diagram pemilihan sabuk-v maka penampang sabuk-v yang dipakai adalah tipe A.

d. Menghitung diameter puli [13]

$$d_p = 101,6 \text{ mm} = 4 \text{ inch}$$

$$D_p = d_p \times i$$

$$D_p = 101,6 \times 3,571$$

$$D_p = 362,81 \text{ mm}$$

$$D_p \approx 14 \text{ inch} = 355,6 \text{ mm}$$

Diameter nominal *pulley* yang dipakai pada perancangan mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu diameter 4 inch pada motor penggerak dan diameter 14 inch pada poros utama. Ukuran tersebut dipilih karena sudah mendekati ukuran yang direncanakan dan terdapat ukuran tersebut di pasaran.

e. Menghitung diameter kepala puli

$$d_k = d_p + 2 \times 4,5$$

$$d_k = 101,6 + 9$$

$$d_k = 110,6 \text{ mm}$$

$$D_k = D_p + 2 \times 4,5$$

$$D_k = 355,6 + 9$$

$$D_k = 364,6 \text{ mm}$$

f. Menghitung kecepatan putaran transmisi

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

$$\frac{4}{14} = \frac{n_2}{2500}$$

$$14 \times n_2 = 10000$$

$$n_2 = 714,28 \text{ rpm}$$

Maka putaran yang didapatkan setelah menggunakan perbandingan *pulley* 4 inch dan 14 inch yaitu 714,28 rpm. Kecepatan putaran tersebut sudah mendekati putaran yang sebenarnya diinginkan.

g. Menghitung kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 101,6 \times 2500}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{797560}{60000}$$

$$V = 13,29 \text{ m/s}$$

Kecepatan linear sabuk yang bekerja pada mesin pembuat pagar harmonika yaitu 13,29 m/s hal ini baik karena tidak melebihi batas kecepatan sabuk-v yaitu 30 m/s.

h. Perbandingan jarak antar poros dengan diameter *pully*

$$C : \frac{d_k + D_k}{2}$$

$$580 : \frac{110,6 + 364,6}{2}$$

$$580 : 475,2 / 2$$

Maka didapat bahwa $580 > 237,6$

i. Menghitung panjang keliling sabuk

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

$$L = 2 \times 580 + \frac{3,14}{2} (101,6 + 355,6) + \frac{1}{4 \times 580} (355,6 - 101,6)^2$$

$$L = 1160 + 1,57 \times 457,2 + 0,000431 \times 64516$$

$$L = 1160 + 717,804 + 27,806$$

$$L = 1905,61 \text{ mm}$$

$$L \approx 76 \text{ inch} \approx 1930,4 \text{ mm}$$

j. Menghitung jarak sumbu poros

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

Sebelum melakukan perhitungan, harus diketahui terlebih dahulu nilai dari b yaitu dengan rumus:

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

$$b = 2 \times 1930,4 - 3,14 (355,6 + 101,6)$$

$$b = 3860,8 - 3,14 (457,2)$$

$$b = 2425,192 \text{ mm}$$

Maka jarak sumbu poros dapat dihitung yaitu :

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

$$C = \frac{2425,192 + \sqrt{2425,192^2 - 8(355,6 - 101,6)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2425,192 + \sqrt{5881556,24 - 8 \times 64516}}{8}$$

$$C = \frac{2425,192 + \sqrt{5365428,24}}{8}$$

$$C = \frac{2425,192 + 2316,334}{8}$$

$$C = 592,7 \text{ mm}$$

k. Perhitungan sudut kontak puli

Sudut kontak puli pada sabuk v, pada ukuran puli dengan diameter 4 inch dan 14 inch. Besar dari sudut kontak puli dapat dicari melalui persamaan berikut:

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

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(355,6 - 101,6)}{592,7}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(254)}{592,7}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{14478}{592,7}$$

$$\theta = 180^\circ - 24,42^\circ$$

$$\theta = 155,58^\circ$$

l. Perhitungan gaya tarik sabuk-v

Dalam menghitung gaya tarik pada sabuk dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$$

$$500 = \frac{2 \times 3,14 \times 714 \cdot T}{60}$$

$$30000 = 2 \times 3,14 \times 714 \times T$$

$$30000 = 4483,92 T$$

$$T = 6,7 \text{ Nm}$$

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

$$F_e = \frac{6,7 \text{ Nm}}{0,1778 \text{ m}}$$

$$F_e = 37,68 \text{ N}$$

m. Daya yang ditransmisikan sabuk

Daya yang dapat ditransmisikan oleh satu sabuk-v dapat dihitung menggunakan rumus (Shigley's Mechanical Enggining Design, hal. 900):

$$H_a = K_1 \cdot K_2 \cdot H_{tab}$$

$$H_a = 0,94 \times 1 \times 2$$

$$H_a = 1,88 \text{ Hp}$$

n. Jumlah sabuk yang digunakan

$$N_b \geq \frac{H_d}{H_a}$$

$$N_b \geq \frac{0,88}{1,88}$$

$$N_b \geq 0,468$$

Jadi jumlah sabuk yang digunakan pada transmisi mesin pembuat pagar kawat harmonika adalah 1 sabuk.

Diambil dari perhitungan pada sabuk dan *pully* diatas, maka spesifikasi *pully* dan sabuk-v pada mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu sebagai berikut:

- Tipe sabuk : Tipe A
- Diameter *pully* : 4 inch dan 14 inch

- c. Jarak antar poros : 592,7 mm
- d. Panjang sabuk yang digunakan : 76 inch
- e. Jumlah sabuk yang digunakan yaitu : 1 sabuk

Perhitungan Diameter Poros

Berikut ini merupakan urutan perhitungan dalam mencari diameter poros minimal yang dapat digunakan dalam mesin pembuat pagar kawat harmonika. mengetahui diameter poros minimum dapat menggunakan persamaan persamaan berikut ini:

a. Menghitung daya rencana

Daya rencana merupakan hasil perkalian dari daya yang digunakan dengan faktor koreksi dari suatu kegunaan mesin. Faktor koreksi dapat dilihat pada lampiran 1.

$$P_d = F_c \times P$$

$$P_d = 1,3 \times 0,5 \text{ kW}$$

$$P_d = 0,65 \text{ kW}$$

b. Menghitung momen puntir rencana

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

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,65}{700}$$

$$T = 904,43 \text{ kg.mm}$$

c. Menentukan material poros

Material yang digunakan : S45C
 Kekuatan tarik (σ_b) : 58 (kg/mm²)

d. Menghitung tegangan geser yang diizinkan [14]

Dalam menghitung tegangan geser yang diizinkan diperlukan kekuatan tarik dari material yang digunakan dibagi dengan perkalian dari faktor keamanan dari pemilihan material dan faktor keamanan dari pasak.

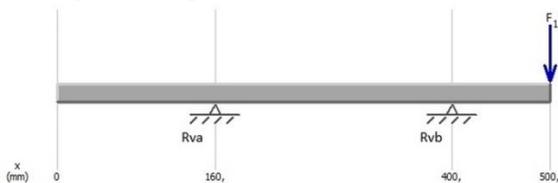
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_B}{SF_1 \times SF_2}$$

$$\tau_\alpha = \frac{58}{6 \times 2}$$

$$\tau_\alpha = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

e. Perhitungan momen lentur

Poros terdapat 1 beban merata yang dikarenakan gaya tarik dari sabuk-v dan massa dari puli. Menghitung gaya reaksi pada Rva dan Rvb. Keadaan poros dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram pembebanan pada poros

Dimana:

F_1 = Beban gaya tarik sabuk + berat puli

- = 37,68 + 13 = 50,68 N
- l_1 = Jarak F_1 ke bantalan A
= 340 mm
- l_2 = Jarak Rvb ke bantalan A
= 240 mm
- l_3 = Jarak F_1 ke bantalan B
= 100 mm

Rva= Reaksi vertikal dari bantalan A
 Rvb= Reaksi vertical dari bantalan B

Dari data diatas maka bisa digunakan untuk menghitung besarnya gaya reaksi pada Rva dan Rvb. Gaya reaksi pada Rvb adalah sebagai berikut :

$$\sum M = 0; \curvearrowright (+)$$

$$- (F_1 \times l_1) + (Rvb \times l_2) = 0$$

$$- (50,68 \times 340) + (Rvb \times 240) = 0$$

$$- 17231,2 + 240 Rvb = 0$$

$$240 Rvb = 17231,2$$

$$Rvb = \frac{17231,2}{240}$$

$$Rvb = 71,796 \text{ N } (\uparrow)$$

$$\sum F = 0; \uparrow (+)$$

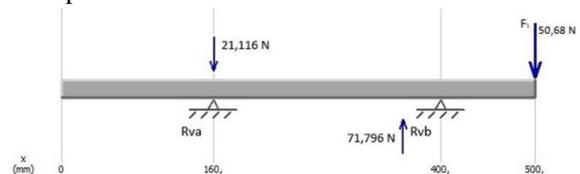
$$Rva + Rvb - F_1 = 0$$

$$Rva + 71,796 - 50,68 = 0$$

$$Rva = -71,796 + 50,68$$

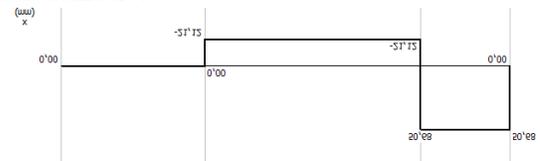
$$Rva = - 21,116 \text{ N } (\downarrow)$$

Dari perhitungan diatas menghasilkan gaya reaksi pada titik Rva dan titik tumpu Rvb. Besar gaya reaksi pada titik Rva dan Rvb secara berturut turut yaitu 21,116 N dan 71,796 N. Diagram dari poros yang berupa pembebanan pada F_1 dan reaksi pada titik Rva dan Rvb terlihat pada Gambar 3. berikut.



Gambar 2. Diagram pembebanan dan reaksi pada titik tumpu poros

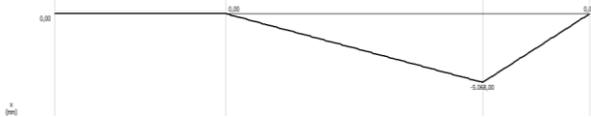
Mengacu pada diagram gaya pembebanan dan reaksi pada poros seperti pada gambar 4.3. Maka dapat dibuat *Free body diagram* (FBD) seperti yang tertera pada Gambar 4.



Gambar 3. Shear diagram poros

Dari diagram gaya pembebanan dan reaksi pada titik tumpu dapat menghasilkan mengetahui momen lentur terbesar terletak pada titik reaksi Rvb. Besar dari momen lentur dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned} M_{Rva} &= F_1 \times l_3 \\ &= 50,68 \times 100 \text{ mm} \\ &= 5068 \text{ N.mm} \\ &= 506,8 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$



Gambar 4. *Moment diagram poros*

f. Menghitung diameter poros [15][9]

Untuk menghitung diameter minimal poros terdapat variabel keamanan yang perlu ditambahkan. Faktor kejutan pada poros (K_t) dan faktor akan kemungkinan terjadi pembebanan lentur (C_b).

$$\begin{aligned} d_s &= \left[\frac{5,1}{\tau_\alpha} \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{5,1}{4,83} \sqrt{(1,8 \times 506,8)^2 + (1,5 \times 904,43)^2} \right]^{1/3} \\ &= [1,055 \sqrt{(912,24)^2 + (1356,645)^2}]^{1/3} \\ &= [1,055 \sqrt{(832181,818) + (1840485,66)}]^{1/3} \\ &= [1,055 \sqrt{2672667,48}]^{1/3} \\ &= [1,055 \times 1634,8295]^{1/3} \\ &= [1724,74612]^{1/3} \end{aligned}$$

$$d_s = 12 \text{ mm}$$

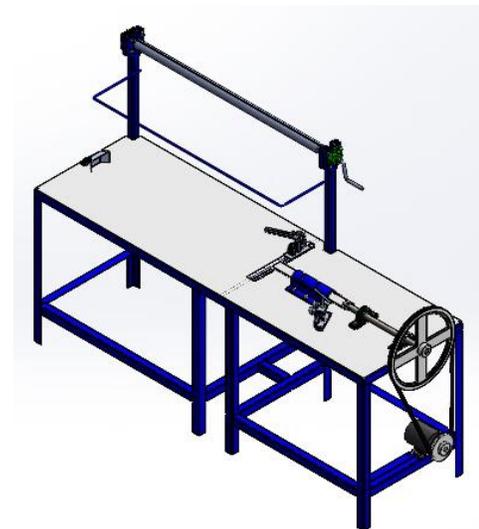
Jadi diameter poros minimal yang digunakan pada transmisi mesin pembuat pagar kawat harmonika adalah 12 mm. Pada perancangan mesin pembuat pagar kawat harmonika ini akan menggunakan poros ukuran 25 mm karena diperlukan penampang yang lebih besar untuk digunakan dalam pemutaran plat penekuk kawat.

Jadi spesifikasi poros yang dapat digunakan dalam perancangan mesin pembuat pagar kawat harmonika adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Diameter poros (d)} &= 25 \text{ mm} \\ \text{Material} &= \text{S45C} \end{aligned}$$

B. Desain wujud

Desain wujud dibuat setelah menentukan konsep yang digunakan dalam desain mesin [16]. Desain wujud merupakan desain keseluruhan dari mesin pembuat pagar kawat harmonika yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. *Desain wujud mesin pembuat pagar kawat harmonika*

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan komponen transmisi mesin pembuat pagar kawat harmonika diperoleh motor penggerak yang digunakan yaitu motor DC 500 watt, jenis transmisi yang digunakan yaitu *pulley* dengan ukuran 4 inch dan 14 inch, sedangkan sabuk-v yang digunakan yaitu sabuk dengan tipe A dengan Panjang keliling sabuk 76 inch. Adapun diameter poros yang digunakan pada mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu 25 mm dengan material S45C dan estimasi gaya yang diperlukan dalam pembendungan kawat yaitu sebesar 7,27 N.

Daftar Pustaka

- [1] P. Hastuti *et al.*, *Kewirausahaan Dan UMKM*, no. March. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [2] Muhammad Yanis, Gunawan, and R. W. Pratama, "Perancangan dan Pembuatan Mesin Bending dan Notching," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 21, no. 1, pp. 33–38, 2021, doi: 10.36706/jrm.v21i1.72.
- [3] T. V Rohit, P. S. Ashutosh, K. V Shriraj, P. P. Akash, and P. G. Shivam, "Design and Fabrication of Pipe Bending and Pipe Rolling Machine," *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 561–565, 2017, [Online]. Available: <https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i2/V3I2-1373.pdf>
- [4] D. Dirgantoro, "Perencanaan Ulang Alat

- Bending Kawat Zig-Zag,” Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 2016.
- [5] D. Sumardiyanto and S. Sianipar, “Rancang Bangun Mesin Pagar Kawat Ram Harmonika Berpenggerak Motor Listrik (0,75Hp, 1Pk, 1440Rpm),” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 0, no. 0, 2021, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/index>
- [6] O. R. D. Pratama, “Perancangan Mesin Kawat Pagar Harmonika Menggunakan Sistem Motor Listrik,” Universitas Tridianti Palembang, 2022.
- [7] G. Pahl and W. Beitz, *Engineering Design: A Systematic Approach*, vol. 11, no. 1. Berlin: Springer-Verlag, 2019.
- [8] W. Kuswoyo, “Perancangan Alat Seterika Semi Otomatis Menggunakan Teflon Conveyor Belt dan Heater Dengan Menggunakan Metode Verein Deutsche Ingenieure 2222 (VDI) 2222,” UIN SUSKA RIAU, 2019. [Online]. Available: <https://repository.uin-suska.ac.id/25069/3/LAPORAN LENGKAP WENDY KUSWOYO.pdf>
- [9] I. Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2004.
- [10] W. D. Calister Jr and D. G. Rethwisch, *Fundamental of Materials Science and Engineering An Integrated Approach (fifth edition)*. New York: WILEY, 2015.
- [11] I. N. Bagia and I. made Parsa, *Motor-Motor Listrik*, no. April. Kupang: CV. Rasi Terbit, 2018.
- [12] A. Luthfianto, “Perencanaan Ulang Sistem Transmisi Rantai Mobil NOGOGENI EVO 3,” ITS Surabaya, 2017.
- [13] E. Tarigan and A. Sebayang, “Pengaruh Diameter Pulley terhadap Tegangan Pengisian Baterai pada Engine Stand 1500 CC,” *Pros. Konf. Nas. Soc. ...*, pp. 675–683, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/666%0Ahttp://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/666/268>
- [14] I. Sungkono, H. Irawan, and D. A. Patriawan, “Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 575–580, 2019.
- [15] D. Adi Nugroho, V. Naubnome, and R. Hanifi, “Analisa Perhitungan Poros Dan Pasak Pada Gerinda Tangan Merek Modern M-2300B,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 1, pp. 24–28, 2022, doi: 10.33772/DJITM.V14I1.25941.
- [16] G. T. Sato and N. S. Hartanto, “Menggambar Mesin Menurut Standar ISO.” PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1986.