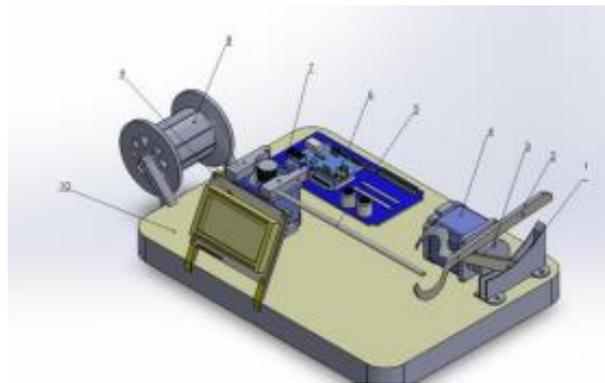


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Telah dibuat Alat Pemotong Kabel Otomatis Berbasis Mikrokontroller Dimana dengan alat ini operator hanya perlu memasukkan jumlah dan panjang yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengujian serta pengambilan data pada alat pemotong kabel dengan ukuran 5cm, 10cm, 18cm, 25cm, dan 45cm masih terdapat faktor kesalahan dalam hasil pengukuran serta pemotongan, yang masing-masing diuji sebanyak 5 kali, dimana nilai rata-rata dalam ukuran setiap pemotongan 5cm = 5cm, 10cm = 9,1cm, 18cm = 18,1cm, 25cm = 21,5cm, 45cm = 40,4cm. jika dirata-rata kan hasil pemotongan dibandingkan terget pemotongan didapatkan faktor nilai kesalahan terkecil pada pemotongan 18cm sebesar 1,21% dan nilai faktor kesalahan terbesar didapatkan pada pemotongan 25cm sebesar 12,24%. Salah satu penyebab error yang terjadi adalah disebabkan oleh roda yang terhubung pada *MotorStepper* masih terdapat slip. Berdasarkan hasil percobaan pada mesin pemotong kabel otomatis dapat disimpulkan nilai rata-rata kesalahan yang terjadi sebesar 7,8% Salah satu penyebab *error* yang terjadi adalah disebabkan oleh roda yang terhubung pada *MotorStepper* masih terdapat slip yang mengakibatkan kabel kurang maksimal dalam bergerak (Mulyawan, Pryusmisalto, Ridwan, & Fauzi, 2022).



Gambar 2. 1 Alat Pemotong Kabel Otomatis (Mulyawan, Pryusmisalto, Ridwan, & Fauzi, 2022).

Telah dibuat mesin Pemotong Kabel Otomatis Sesuai Panjang Yang Diprogram Berbasis *Arduino Uno* Dengan adanya alat pemotong kabel ini maka panjang dari kabel nantinya yang diprogram untuk bisa memotong kabel sesuai

panjang yang diinginkan. Namun selama ini alat pemotong kabel yang telah ada dan digunakan harganya relatif mahal. Sehingga dalam penelitian ini dibuat rancang bangun alat pemotong kabel menggunakan sensor optocoupler, *Arduino Uno* sebagai kontrollernya dan LCD untuk mengetahui panjang kabel tersebut, yang mempunyai nilai ekonomis lebih rendah. Untuk pemakaian alat ini mempunyai prinsip kerja kabel akan di tarik oleh motor DC dan melalui mekanikal sensor optocoupler, sensor akan mengirimkan sinyal elektrik yang nantinya diteruskan ke display untuk dibaca sebagai perhitungan panjang kabel. Dari hasil pengujian didapat data bahwa kemampuan minimum pemotong pada panjang 50 cm. dan mempunyai toleransi panjang pemotongan dari 1 meter adalah $\pm 2\%$ (Pohan & Prawirawan, 2022).



Gambar 2. 2 Pemotong Kabel Otomatis (Pohan & Prawirawan, 2022)

Telah dibuat Alat Pemotong Kabel Otomatis Berdasar Panjang dan Jumlah Potongan Berbasis Arduino, yang bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemotong kabel secara otomatis, yang bekerja berdasar panjang dan jumlah potongan sesuai kebutuhan pengguna. Perancangan alat pemotong kabel otomatis yang terdiri dari Arduino Uno sebagai sistem kendali mesin pemotong kabel yang digunakan (5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm) dengan menggunakan 1 keypad matrik 4x4 untuk memberi sinyal masukkan ukuran dan jumlah kabel yang akan dipotong, 2 buah motor servo sebagai penentu ukuran panjang dan juga 1 buah motor servo sebagai mekanisme pemotong kabel, 1 unit LCD sebagai tampilan karakter dan buzzer sebagai indikator. Proses pemotongan kabel otomatis berbasis

Arduino berhasil melakukan pemotongan sesuai dengan panjang dan jumlah yang ditentukan dengan nilai faktor kesalahan terkecil sebesar 0,32% pada ukuran panjang 25 cm dan nilai faktor kesalahan terbesar 2,8% pada ukuran panjang 5 cm (Raharja, Oka, & Suhilman, 2017).



Gambar 2. 3 Alat pemotong kabel (Raharja, Oka, & Suhilman, 2017)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Heat shrink tube*

Heat shrink tube adalah sebuah isolasi berbentuk tabung plastik yang akan menyusut jika dipanaskan. Isolasi bakar atau dikenal dengan sebutan *heat shrink tube*. Isolasi bakar yaitu isolasi yang berfungsi untuk melindungi kabel, menutup bagian kabel yang terbuka, sebagai pengaman/pembungkus sambungan kabel, memberikan ketahanan abrasi dan perlindungan lingkungan (motor expert.com, 2022).

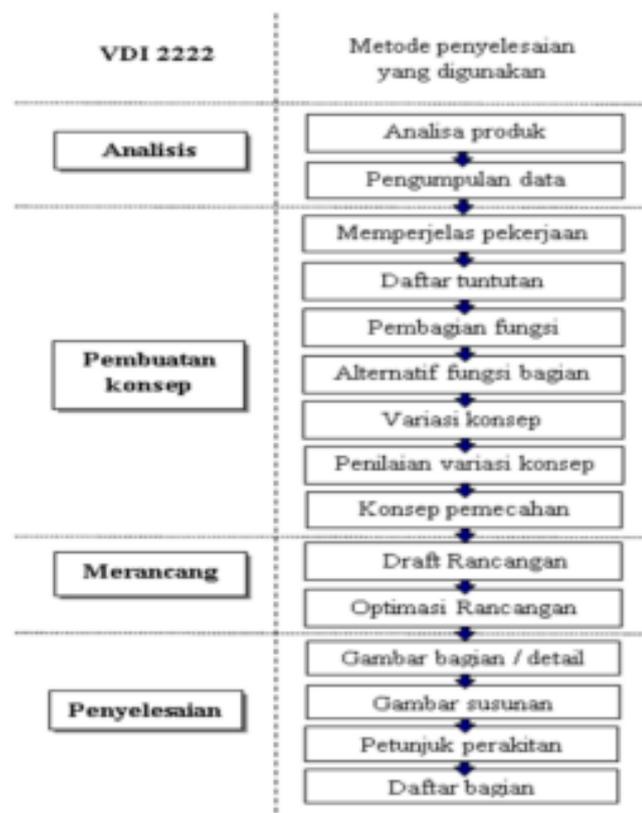
2.2.2 Konsep desain

Konsep desain memiliki peran sangat penting dalam proses penciptaan sebuah karya desain yang berkualitas. Konsep desain diartikan sebagai ide Dasar yang menjadi pondasi dalam proses mendesain. Konsep desain akan berpengaruh terhadap seorang *drafter* dalam membuat keputusan tentang elemen-elemen pada sesuatu yang di desain. Dengan memahami konsep desain, *drafter* akan memperoleh gambaran yang jelas tentang suatu yang di desainnya, serta dapat menghasilkan karya desain yang kreatif dan efektif . pemahaman tentang konsep desain juga dapat membantu desainer dalam memecahkan masalah desain dan menemukan solusi yang tepat untuk setiap kebutuhan mendesain (Cahyadi, 2023).

2.2.3 Metode Perancangan *Verein Deutsche Ingenieure (VDI) 2222*

Perancangan Mesin pemotong *heat shrink tube* menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieure (VDI) 2222* (Persatuan Insinyur Jerman). Metode VDI 2222 adalah sebuah metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang semakin berkembang akibat dari kegiatan riset (Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote, 2007).

Metode perancangan VDI 2222 yang sistematis diharapkan dapat memudahkan perancang untuk menguasai sistem perancangan tanpa harus menguasai secara detail. Metode ini membantu mempermudah proses merancang sebuah produk dan memudahkan proses belajar bagi pemula serta dapat mengoptimalkan produktivitas perancang untuk mencari pemecahan masalah yang paling optimal.



Gambar 2. 4 Langkah umum menurut VDI 2222

(Sumber : G. Pahl *and* W. Beitz)

Berikut urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 yaitu:

1. Analisis

Analisis yaitu merencanakan desain apa yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang analisa produk, pengumpulan data, masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap *input* desain dan rencana desain.

2. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

3. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

4. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/*marketing* dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.2.4 Gambar teknik

Gambar Teknik berfungsi untuk penyampaian informasi, penyimpanan dan penggunaan keterangan (data teknis), dan cara-cara pemikiran (perencanaan) dalam penyiapan informasi (Santoso, 2013).

2.2.5 MD solid

MDSolids adalah perangkat lunak untuk topik yang diajarkan pada mata kuliah Mekanika teknik (biasa juga disebut Kekuatan Material atau Mekanika Benda Padat yang Dapat Dideformasi). Perangkat lunak ini juga dilengkapi sejumlah modul untuk topik yang diajarkan dalam mekanika teknik (Informer, 2024).

2.2.6 Sistem transmisi

Sistem transmisi merupakan bagian komponen mesin yang memiliki fungsi dasar untuk mengatur rasio kecepatan, memutar (*reverse*) arah rotasi, menghubungkan atau memutus putaran hingga mengatur tenaga pada output shaft (Semesta, n.d.).

a. Roda gigi

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi lainnya.



Gambar 2. 5 Roda Gigi

Sumber : <https://teknikjaya.co.id>

1. Perhitungan roda gigi

Berikut adalah tahapan-tahapan perhitungan roda gigi (L. Mott, 2018).

a. Perhitungan daya rancangan yang ditransmisikan

$$P_{des} = K_0 \times P \quad (2.1)$$

Keterangan ;

P_{des} = daya rancangan (kW)

K_0 = faktor beban lebih (pada lampiran 3)

P = daya yang akan ditransmisikan (kW)

b. Pilih modul yang akan digunakan

c. Tentukan sudut tekan dan jumlah gigi *pinion*

d. Perhitungan diameter *pinion*

$$D_p = N_p \times M \quad (2.2.)$$

Keterangan :

D_p = diameter *pinion* (mm)

N_p = jumlah gigi *pinion*

M = modul (mm) (lampiran 4)

e. Perhitungan rasio kecepatan roda gigi

$$VR = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.3)$$

Keterangan :

VR= rasio kecepatan

T_2 = Diameter roda gigi besar

T_1 = Diameter rods gigi kecil

f. Perhitungan jumlah gigi roda gigi besar

$$N_G = N_P \times VR \quad (2.4)$$

Keterangan ;

N_G = jumlah gigi roda gigi besar yang dipilih

N_P = jumlah gigi roda gigi besar

VR= rasio kecepatan

g. Perhitungan diameter roda gigi besar

$$D_G = N_G \times m \quad (2.5)$$

Keterangan ;

D_G = diameter roda gigi besar (mm)

N_G = jumlah gigi roda gigi besar

m = modul (mm)

h. Perhitungan jarak antar pusat / sumbu

$$C = \frac{M(N_G + N_P)}{2} \quad (2.6)$$

Keterangan ;

C = jarak antar sumbu poros (mm)

m = modul

N_G = jumlah gigi roda gigi besar

N_P = jumlah gigi *pinion*

i. Perhitungan besar gaya yang ditransmisikan

$$wt = \frac{P}{v} \quad (2.7)$$

Keterangan ;

wt = gaya yang ditransmisikan (N)

P = daya yang ditransmisikan (Watt)

v = kecepatan roda gigi (rad/detik)= $\frac{\pi D_p \cdot n_p}{60}$

n_P = kecepatan putar *pinion* jika input putaran pada *pinion* (rpm)

D_p = diameter *pinion* jika putaran pada *pinion* (meter)

j. Perhitungan lebar muka nominal

$$F = 12 \times m \quad (2.8)$$

Keterangan ;

F = lebar muka nominal (mm)

m= modul (mm)

b. *Pulley dan Timing belt*

Pulley adalah elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lain. Perbandingan kecepatan antara poros penggerak dan poros yang digerakkan tergantung pada perbandingan diameter *pulley* yang digunakan.



Gambar 2. 6 *Pulley*

Desain *classical type timing belt*

1. Tetapkan kondisi yang diperlukan dalam mendesain
 - a. Jenis mesin yang digunakan
 - b. Daya transmisi
 - c. Waktu mesin bekerja
 - d. Kecepatan puli kecil
 - e. Rasio kecepatan

$$\text{Rasio kecepatan} = \frac{\text{nomor gigi puli besar}}{\text{nomor gigi puli kecil}}$$

2. Mengatur daya rencana

- a. Mencari faktor layanan (K_S)

$$K_S = K_0 + K_r + K_i \quad (2.9)$$

Dimana :

K_S = faktor layanan (lampiran)

K_0 = faktor koreksi (lampiran)

K_r = faktor rasio kecepatan (lampiran)

K_i = faktor idler (lampiran)

b. Menghitung daya rancangan (P_d)

$$P_d = P_t \times K_s \quad (2.10)$$

Dimana :

K_s = faktor layanan (lampiran)

P_d = daya rancangan (kW)

P_t = daya transmisi (kW)

c. Perhitungan torsi transmisi

$$T_t = \frac{t_q \times n}{9,55 \times 10^2} \quad (2.11)$$

Dimana :

T_t = desain torsi (N.m)

t_q = torsi transmisi (N.m)

n = putaran puli kecil

3. Memilih profil gigi

Pilih gigi dari grafik pemilihan cepat berdasarkan daya (kW) dan putaran puli kecil (Rpm).

4. Tentukan panjang sabuk

a. Tentukan puli besar dan kecil, didapat dari tabel (lampiran) maka jumlah gigi minimal adalah 14 dengan kecepatan 690 Rpm.

b. Tentukan panjang sabuk

$$L_p = 2C + \frac{\pi(D_p + d_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)^2}{4.C} \quad (2.12)$$

Dimana :

L_p = panjang jarak antar sabuk (mm)

D_p = diameter jarak puli besar (mm)

d_p = diameter jarak puli kecil (mm)

C = jarak pusat sementara (mm)

c. Menghitung jarak pusat sumbu aktual

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p + d_p)^2}}{8} \quad (2.13)$$

$$b = 2.L_p - \pi(D_p + d_p)$$

Dimana :

L_p = panjang jarak antar sabuk (mm)

D_p = diameter jarak puli besar (mm)

d_p = diameter jarak puli kecil (mm)

C = jarak pusat sumbu (mm)

5. Menentukan lebar sabuk sementara

Untuk memperoleh jumlah gigi pada mesin z_m dengan menggunakan rumus dibawah ini, kemudian dapatkan gigi pada tabel lampiran.

$$z_m = \frac{z_m \times \theta}{350^\circ} \quad (2.14)$$

$$\theta = 180 - \frac{57,3 \times (D_p + d_p)}{C} \quad (2.15)$$

Dimana :

D_p = diameter jarak puli besar (mm)

d_p = diameter jarak puli kecil (mm)

C = jarak pusat sumbu (mm)

z_m = lebar sabuk sementara

f. Poros

Poros adalah bagian mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya, sebagai bagian *stasioner* yang berputar, poros terbagi menjadi beberapa jenis yaitu poros transmisi, *poross pindle*, poros gandar, dll.

1. Perhitungan poros beban kombinasi

Adapun tahapan-tahapan dalam perhitungan poros beban puntir murni yaitu sebagai berikut (R. S. Khurmi, 2004).

a. Menentukan material yang akan digunakan

b. Mencari material yang akan digunakan

c. Tegangan geser ijin

$$\tau_a = 0,18 \times \sigma_u \quad (2.16)$$

Dimana :

σ_u = *ultimate tensile strength* dari material yang digunakan

d. Tegangan tarik ijin

$$\sigma_a = 0,36 \times \sigma_u \quad (2.17)$$

Dimana :

σ_u = *ultimate tensile strength* dari material yang digunakan

- e. Mencari momen *Pulley* menggunakan software MD SOLID
 f. Menghitung torsi ekuivalen

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (2.18)$$

- g. Menghitung momen ekuivalen

$$M_e = \frac{1}{2} [(K_m \times M) + T_e] \quad (2.19)$$

Dimana :

M_e = momen ekuivalen gabungan (N.m)

T_e = torsi ekuivalen (N.m)

K_m = faktor kombinasi kejut dan fatik untuk bending momen

- h. Perhitungan diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen

$$d_T = \left(\frac{16T_e}{\pi\tau_a} \right) \quad (2.20)$$

Dimana :

d = diameter poros (mm)

T_e = torsi ekuivalen (N.mm)

τ_a = tegangan geser ijin (N/mm²)

- i. Perhitungan diameter poros berdasarkan momen ekuivalen

$$d_M = \left(\frac{32M_e}{\pi\sigma_a(1-k^4)} \right)^{1/3} \quad (2.21)$$

Dimana :

d = diameter poros (mm)

M_e = momen ekuivalen (N.mm)

σ_a = tegangan geser ijin (N/mm²)

2.2.7 Sistem penggerak

A. Motor Listrik DC

Motor DC adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor DC, energi listrik masukan berupa arus searah yang diubah menjadi putaran mekanis. (BYJU'S , 2024)

$$n = 60 \frac{Pps}{Np} \quad (2.22)$$

n = putaran (Rpm)

Pps = kecepatan pulsa masuk

Np = perencanaan kecepatan