

## Meracangan Alat Labelling Botol Dengan Metode VDI 2221

Idho Ferouji Yulianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: 41317120047@mercubuana.ac.id

**Abstrak--** Alat labelling botol adalah alat yang dibuat untuk memudahkan pekerjaan pelabelan pada botol. Namun masih banyak ditemui alat yang digerakan secara manual, karena biaya yang cukup mahal untuk memiliki alat yang bergerak secara otomatis. Seperti penggunaan alat labelling botol yang menggunakan tenaga manusia untuk mengerjakan handel penekan label pada botol, karena tidak perlu menggunakan biaya yang mahal untuk menempelkan label pada botol. Penelitian ini bertujuan untuk meracangan alat labelling botol semi otomatis. Perancangan alat labelling botol ini mengacu pada metode VDI 2221 yang memiliki 4 tahap yaitu: klasifikasi tugas, perancangan konsep produk, perancangan wujud produk, dan perancangan terinci. Penelitian ini diharapkan dapat merancang alat labelling botol semi otomatis yang berfungsi dengan baik. Hasil penelitian ini diperoleh rancangan alat labelling botol semi otomatis dengan rangka roll label diatas, dimensi alat 430mm x 405mm x 300mm, scraper persegi tanpa sambungan, transmisi sprocket & rantai, pengikat baut & mur, penggerak stepper motor. Rata rata waktu yang dibutuhkan alat labelling botol semi otomatis untuk melakukan pelabelan adalah 3,262 detik.

**Kata kunci:** Meracangan , Pelabelan Botol, VDI 2221

**Abstract--** Bottle labeling tool is a tool made to facilitate labeling work on bottles. However, there are still many tools that are moved manually, because it is quite expensive to have a tool that moves automatically. Like the use of a bottle labeling tool that uses human power to move the label pressing handel on the bottle, because there is no need to use expensive costs to attach labels to bottles. This study aims to design a semi-automatic bottle labeling tool. The design of this bottle labeling tool refers to the VDI 2221 method which has 4 stages, namely: task classification, product concept design, product design, and detailed design. This research is expected to be able to design a semi-automatic bottle labeling tool that functions properly. The results of this study obtained a semi-automatic bottle labeling device design with a label roll frame above, the dimensions of the tool are 430mm x 405mm x 300mm, a square scraper without a connection, sprocket & chain transmission, bolt & nut fasteners, stepper motor drive. The average time required for the semi-automatic bottle labeling tool to do the labeling is 3.262 seconds.

**Keywords:** Design, Bottle Labelling, VDI 2221

### 1. PENDAHULUAN

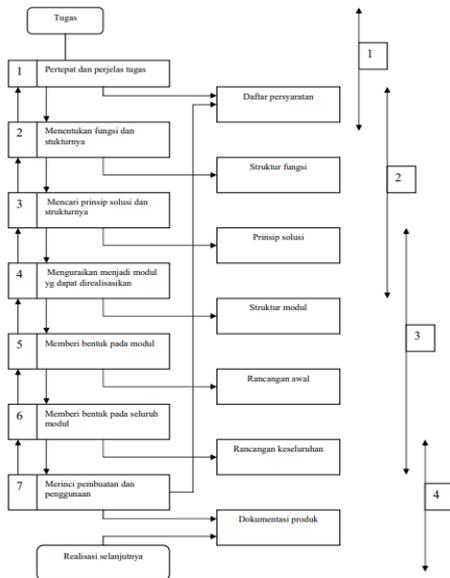
Alat labelling botol adalah alat yang dibuat untuk memudahkan pekerjaan pelabelan pada botol. Alat labelling botol manual menjadi pilihan utama pada usaha mikro industri, karena mengingat biaya yang cukup tinggi untuk alat labelling botol otomatis. Namun penggunaan alat labelling botol manual masih banyak dijumpai kekurangan. Berdasarkan [1] Penggunaan alat labelling botol manual harus menggunakan tenaga manusia untuk mengerjakan/memutar handel label pada botol untuk menempelkan label pada botol, dan juga hasil output pelabelan bervariasi tergantung dengan kecepatan operator yang mengoperasikannya.

Perancangan mesin adalah pembuatan mesin baru yang lebih baik dalam

menyempurnakan sebelumnya [2]. Maka dari itu perancangan alat harus memiliki nilai lebih dari alat sebelumnya seperti dalam hal produksi. Dalam perancangan diperlukan metode yang digunakan untuk merancang sebuah alat guna mempermudah proses perancangan tersebut. Metode perancangan merupakan suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk yang membutuhkan sistematis penyelesaian, sehingga alat yang dihasilkan maksimal dan sesuai dengan yang diharapkan.

Terdapat banyak metode perancangan yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode VDI (Verein Deutsche Ingenieuer) yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman [3]. Pada umumnya metode yang sering digunakan adalah metode VDI 2221 dan VDI 2222. Metode VDI 2221 digunakan

untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi pada sebuah rancangan dengan beberapa tahapan perancangannya yaitu klasifikasi tugas, perancangan konsep produk, perancangan wujud produk, dan perancangan terinci [4].



Gambar 1. Diagram alir metode VDI 2221

Metode VDI 2222 adalah sebuah metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan dengan beberapa tahap yaitu Perencanaan, Mengkonsep, Merancang, dan Penyelesaian [5].



Gambar 2. Diagram alir metode VDI 2222

Dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan untuk mengatasi masalah pada alat *labelling* botol manual tersebut menggunakan metode VDI 2221. Langkah kerja metode VDI 2221 mempertepat dan memperjelas tugas, menentukan fungsi struktur, mencari prinsip solusi beserta strukturnya, menguraikan varian yang dapat direalisasikan, memberikan bentuk pada model serta merinci pembuatan dan penggunaannya [6].

Karena dasar perancangan ini adalah meredesain alat, maka metode yang cocok digunakan adalah metode VDI 2221 yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi [7]. Hal ini yang mendasari penulis menggunakan metode VDI 2221 untuk merancang alat *labelling* botol semi otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan rancangan alat *labelling* botol semi otomatis untuk mikro industri dengan metode VDI 2221 dan mendapatkan hasil analisa waktu penggunaan alat *labelling* botol semi otomatis.

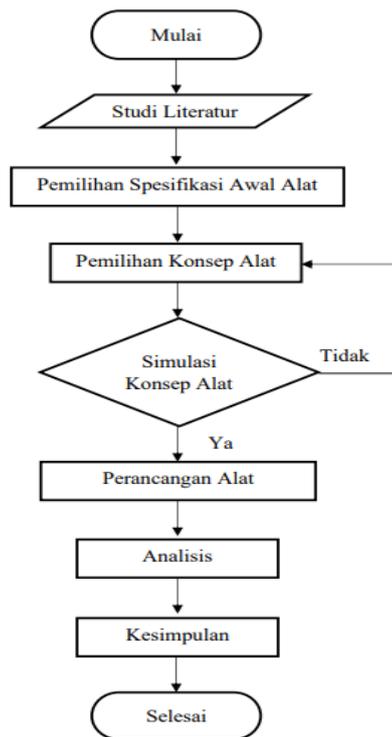
Adapun manfaat dari perancangan ini adalah mendapatkan hasil rancangan alat *labelling* botol semi otomatis yang sesuai dengan fungsinya dan efisien dalam proses pelabelan botol.

Ulasan tidak menyimpang dari tujuan riset maka terdapat batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut metode perancangan menggunakan metode VDI 2221, perancangan alat *labelling* botol semi otomatis, botol yang digunakan adalah botol *straight* dengan diameter minimal 35mm, ukuran label yang digunakan adalah 50 x 30 mm, kekuatan bahan dalam penelitian ini tidak ikut dalam pembahasan.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk merancang alat *labelling* botol semi otomatis adalah metode VDI 2221. Metode VDI 2221 digunakan untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Metode VDI 2221 memiliki langkah kerja dan hasil kerja yang dapat dibagi menjadi empat tahap pengerjaan yaitu klasifikasi tugas, perancangan konsep produk, perancangan wujud produk, dan perancangan terinci [8]. maka dibuatlah diagram alir yang digunakan penulis untuk menyelesaikan rancangan alat *labelling* botol semi otomatis. Berikut ini merupakan diagram alir proses pengerjaan

alat *labelling* botol semi otomatis yang penulis terapkan.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Metode penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur dilakukan untuk menambah pemahaman yang menunjang tugas akhir “Merancang Alat *Labelling* Botol Menggunakan Metode VDI 2221”.

**2.1 Pemilihan spesifikasi awal alat**

Menentukan spesifikasi awal alat yaitu keharusan (*demand*) dan keinginan (*wishes*) yang ingin dicapai dari rancangan alat *labelling* botol semi otomatis yang dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Daftar spesifikasi awal alat

Parameter	Spesifikasi Alat	Demand (D)/Wishes(W)
Geometri	Dimensi	W
	Rangka 450mm x 425mm x 320mm.	
Gaya	Kapasitas <i>roll label</i> dapat diperbesar.	D
	Menggunakan motor listrik.	D
Energi	Bentuk rancangan seimbang.	W
	Energi berasal dari listrik.	D

	Energi yang digunakan kecil.	D
Material	Komponen tidak mudah rusak.	D
	Material tahan lama.	D
Ergonomi	Material mudah didapat.	W
	Bentuk Proporsional.	W
Perakitan	Mudah untuk dibongkar pasang.	D
Biaya Produksi	Biaya cukup murah ( $\leq$ 5 juta rupiah).	W

**2.2 Pemilihan konsep alat**

**A. Membuat Struktur Fungsi Alat**

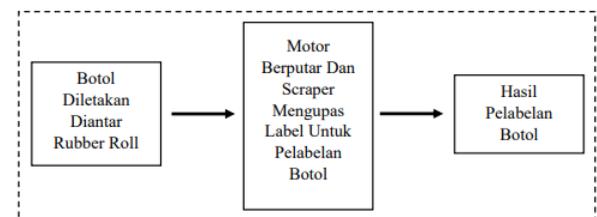
Dalam tahapan ini membuat struktur fungsi yang digambarkan dalam bentuk diagram blok yang menunjukkan hubungan *input* dan *output* dalam sistem alat *labelling* botol semi otomatis. Dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Struktur fungsi alat *labelling* botol semi otomatis

**B. Membuat Fungsi Keseluruhan Alat**

Dalam tahapan ini digambarkan diagram fungsi keseluruhan alat yang dapat diuraikan menjadi sub fungsi yang dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Diagram sub fungsi alat *labelling* botol semi otomatis

**C. Pemilihan Prinsip Solusi Fungsi Alat**

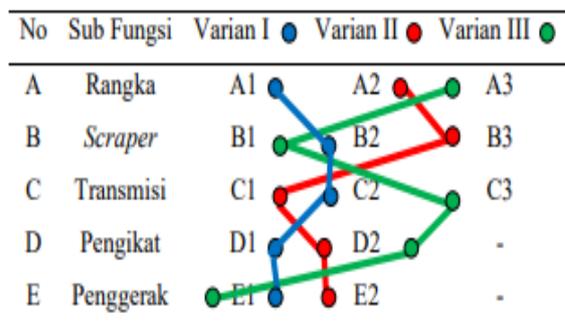
Pada tahap ini mencari prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi alat *labelling* botol semi otomatis tersebut.

**Tabel 2.** Prinsip solusi sub fungsi

No	Sub Fungsi	Fungsi Bagian Alat	Prinsip Solusi		
			Varian I	Varian II	Varian III
A	Rangka	Dudukan utama yang mampu menahan beban pada waktu pengoperasian	 Roll label dibawah	 Roll label diatas	 Roll label dibelakang
B	Scraper	Sebagai pengupas label pada lembaran label	 Persegi sambungan	 Segitiga sambungan	 Persegi tanpa sambungan
C	Transmisi	Meneruskan daya sesuai putaran yang motor	 Sprocket & Chain	 Pulley & Belt	 Gear
D	Pengikat	Sebagai perekat semua bagian dari alat yang dirancang	 Welding	 Bolt & Nut	-
E	Penggerak	Sebagai sumber penggerak utama dari alat yang dirancang	 Servo Motor	 Stepper Motor	-

Dari Tabel 2. kemudian disusun beberapa prinsip solusi, sehingga mempunyai alternatif kombinasi yang kemudian diseleksi lagi untuk dapat diwujudkan dalam pilihan yang tepat. Dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Diagram kombinasi prinsip solusi



Maka dari tabel 3.3 diagram kombinasi prinsip solusi diperoleh varian konsep sebagai berikut:

$$V-I = A1 + B2 + C2 + D1 + E1$$

$$V-II = A2 + B3 + C1 + D2 + E2$$

$$V-III = A3 + B1 + C3 + D2 + E1$$

Keterangan:

Varian I:  
Rangka *roll* label dibawah dengan dimensi alat 430mm x 405mm x 200mm, *scraper* segitiga dengan sambungan, transmisi *pulley & belt*, pengikat *welding*, penggerak servo motor.

Varian II:

Rangka *roll* label diatas dengan dimensi alat 430mm x 405mm x 300mm, *scraper* persegi

tanpa sambungan, transmisi *Sprocket & Chain*, pengikat *Bolt & Nut*, penggerak stepper motor.

Varian III:  
Rangka *roll* label dibelakang dengan dimensi alat 514mm x 430mm x 300mm, *scraper* persegi dengan sambungan, transmisi gear, pengikat *Bolt & Nut*, penggerak servo motor.

### 2.3 Simulasi Konsep Alat

Dalam tahap ini, dilakukan seleksi terhadap varian yang ada untuk memilih varian yang terbaik dari matrix solusi yang telah dibuat berdasarkan tabel 3 Pemilihan varian dapat dilakukan dengan menggunakan *selection chart* seperti pada tabel 4 dibawah ini:

**Tabel 4.** Pemilihan varian solusi

Selection Chart	
Varian dievaluasi dengan Kriteria Solusi:	Keputusan Tanda Solusi/Varian (SV):
(+) Ya	(+) Meningkatkan Solusi
(-) Tidak	(-) Menghilangkan Solusi
(?) Kekurangan Informasi	(?) Mengumpulkan Informasi
(!) Periksa Spesifikasi	(!) Memeriksa Spesifikasi untuk Perubahan

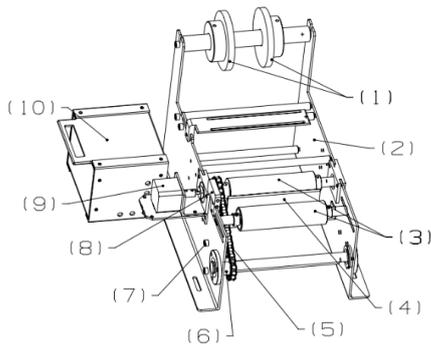
Varian	Sesuai dengan fungsi keseluruhan	Sesuai dengan daftar kehendak	Secara prinsip dapat diwujudkan	Dalam batasan biaya produksi	Pengetahuan tentang konsep memadai	Sesuai dengan keinginan pembuat	Memenuhi Syarat Keamanan	Keterangan	SV
V I	+	-	+	+	+	-	+	Tidak sesuai	-
V II	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
V III	+	+	+	-	+	-	+	Tidak sesuai	-

Pada Tabel 4. terlihat bahwa varian yang tidak memenuhi kriteria adalah varian satu dan tiga sedangkan yang memenuhi kriteria kebutuhan perancangan alat adalah varian dua.

### 2.4 Perancangan Alat

Tahapan ini berisi konsep kombinasi yang telah dibuat berdasarkan konsep-konsep yang sudah di saring menggunakan tabel pemilihan varian solusi. Maka dibuatlah bentuk alat dan detail alat varian dua yang memenuhi kriteria kebutuhan perancangan, untuk memudahkan

dalam perakitan alat. Dapat dilihat pada Gambar 6. dibawah ini.



**Gambar 6.** Detail rancangan alat *labelling* botol semi otomatis

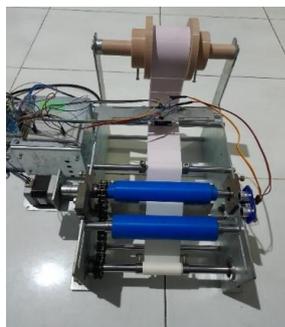
**Tabel 5.** Detail rancangan alat *labelling* botol semi otomatis

No	Nama	Fungsi
1.	<i>Flange Holder</i>	Untuk menyeimbangkan <i>roll</i> label.
2.	Rangka	Untuk menyangga alat/dudukan utama alat.
3.	<i>Rubber Roll</i>	Untuk memutar botol.
4.	<i>Scraper</i>	Untuk mengupas label.
5.	Rantai	Untuk mentransmisikan daya.
6.	Sproket	Untuk mentransmisikan daya.
7.	<i>Bolt &amp; Nut</i>	Untuk mengikat rangka.
8.	<i>Stropper</i>	Untuk menjaga botol agar tidak keluar dari jalurnya.
9.	Motor	Sumber penggerak utama.
10.	<i>Box Arduino</i>	Untuk menyimpan <i>part Arduino</i> .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Rancangan Alat

Hasil rancangan alat *labelling* botol semi otomatis yang dilakukan dengan metode VDI 2221 berdasarkan varian konsep II yang menjadi pilihan terbaik dapat dilihat pada Gambar 7. di bawah ini.



**Gambar 7.** Hasil rancangan alat *labelling* botol semi otomatis

**Tabel 6.** Spesifikasi alat *labelling* botol semi otomatis

Deskripsi	Spesifikasi Alat
	<i>Labelling</i> Botol Semi Otomatis
Dimensi	430mm x 405mm x 300mm
Transmisi	<i>Sprocket &amp; Chain</i>
Motor	<i>Stepper Motor Nema 17</i>
Pengikat	<i>Bolt &amp; Nut</i>

#### 3.2 Analisis Perhitungan Alat

##### A. Hasil Perhitungan Gaya Gesek

Perhitungan gaya gesek digunakan untuk mengetahui beban atau gaya yang bekerja pada alat yang saling bersentuhan, sehingga dapat diketahui gaya gesek yang terjadi pada alat. Yang nantinya digunakan dalam perhitungan motor.

Data untuk perhitungan gaya gesek sebagai berikut:

$$\text{Sudut } \textit{Scraper} (\beta_1) = 65^\circ = 65^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} = 1,133 \pi/\text{rad}$$

$$\text{Gaya pada sisi kendur (F2) = Berat label + (Flange holder x 2) + Label roll + Drive shaft + Rubber roll drive} = 0,325 \text{ kg} + 0,24 \text{ kg} + 0,074 \text{ kg} + 0,318 \text{ kg} + 0,096 \text{ kg} = 1,053 \text{ kg} = 10,319 \text{ N}$$

$$\text{Gaya pada sisi kencang (F1) = Drive shaft 2 + (Collar x 2)} = 0,318 \text{ kg} + 0,02 \text{ kg} = 0,32 \text{ kg} = 3,136 \text{ N}$$

$$\text{Gaya Normal (F) = F1 + F2 = 13,455 N}$$

Rumus dasar gaya gesek [9]:

$$f = \mu \times N$$

Untuk menentukan koefisien gesek [10]:

$$\ln \frac{F_2}{F_1} = \mu \cdot \beta_1$$

$$\ln \frac{10,319}{3,136} = \mu \cdot 1,133$$

$$\ln 3,29 = \mu \cdot 1,133$$

$$1,19 = \mu \cdot 1,133$$

$$\frac{1,19}{1,133} = \mu$$

$$\mu = 1,05$$

Maka gaya gesek pada label:

$$f = \mu \times N$$

$$f = 1,05 \times 13,455$$

$$f = 14,455 \text{ N}$$

##### B. Hasil Perhitungan Transmisi

Perhitungan transmisi digunakan untuk mengetahui beban atau gaya yang bekerja pada alat, sehingga dapat diketahui gaya yang bekerja pada transmisi alat. Yang nantinya digunakan dalam perhitungan motor.

Data untuk perhitungan rantai sebagai berikut:

Daya (P) = 4,8 Watt = 0,0048 kW (spesifikasi motor stepper)

$$F_c = 1$$

Diameter Sprock (D) = 34 mm = 0,034 m

Speed (n) = 230 rpm

Menentukan daya desain rantai [11]:

$$P_d = F_c \times P$$

$$P_d = 1 \times 0,0048$$

$$P_d = 0,0048 \text{ kW}$$

Menghitung kecepatan rantai dapat menggunakan rumus berikut [11]:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,034 \cdot 230}{60}$$

$$v = 0,409 \text{ m/s}$$

Untuk mencari gaya pada rantai dapat menggunakan rumus berikut [11]:

$$F = \frac{102 \cdot P_d}{v}$$

$$F = \frac{102 \cdot 0,0048 \text{ kW}}{0,409 \text{ m/s}}$$

$$F = 1,197 \text{ Kgf} = 11,73 \text{ N}$$

### C. Hasil Perhitungan Motor DC

Perhitungan motor DC digunakan untuk mengetahui daya dan torsi yang bekerja pada alat, sehingga dapat diketahui apakah motor tersebut mampu untuk bekerja pada alat tersebut.

Spesifikasi motor stepper nema 17 yang digunakan pada alat *labelling* botol semi otomatis sebagai berikut:

Tegangan = 12v

Daya = 400 mA = (12 V x 400 mA) 1000 = 4.8 W

Speed = 230 rpm

Holding Torque = 2000 g-cm

Diameter shaft motor (D) = 5 mm = 0.005 m

Jari-jari (r) = 0.0025 m

Rumus untuk mencari gaya [12]:

$$F = m \cdot a$$

Gaya pada sprocket

$$F = m \cdot a$$

$$= 0,116 \text{ Kg} \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$= 1,1368 \text{ N}$$

Gaya pada couplig

$$F = m \cdot a$$

$$= 0,014 \text{ Kg} \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$= 0,1372 \text{ N}$$

Berat total = Sprocket + Couplig + Gaya Yang Terjadi Pada Rantai + Gaya Gesek Pada Label = 1,1368 N + 0,1372 N + 11,73 N + 14,455 N = 27,459 N

Maka Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat *labelling* botol semi otomatis:

$$T = F \cdot r$$

$$= 27,459 \text{ N} \cdot (0.0025 \text{ m})$$

$$= 0,0686475 \text{ Nm}$$

Daya yang dibutuhkan alat *labelling* botol semi otomatis dalam satu HP [12]:

$$T = (5252 \times P) : N$$

$$0,0686475 \text{ Nm} = (5252 \times P) : 230 \text{ rpm}$$

$$0,0686475 \text{ Nm} = (5252 : 230) \times P$$

$$0,0686475 \text{ Nm} = 16,4125 \text{ P}$$

$$P = 0,0686475 : 16,4125$$

$$P = 0,004182 \text{ HP}$$

Daya dalam satuan Watt:

$$1 \text{ HP} = 745,7 \text{ Watt}$$

Jadi, jika dikonversi:

$$0,004182 \text{ HP} = 3,118 \text{ Watt}$$

Kesimpulan:

Daya yang dibutuhkan alat *labelling* botol semi otomatis = 3,118 Watt

Torsi yang dibutuhkan alat *labelling* botol semi otomatis = 0,0686475 Nm = 700,009 g-cm

### D. Hasil Perhitungan Bearing

Perhitungan *bearing* digunakan untuk mengetahui umur pemakaian *bearing* pada alat, sehingga dapat diketahui lama waktunya pemakaian *bearing* dan pengantiannya. *Bearing* yang digunakan adalah *bearing* jenis gelinding (Bantalan bola radial alur dalam baris tunggal) dengan data sebagai berikut:

$$d = 15 \text{ mm}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$B = 9 \text{ mm}$$

$$C_o = 263 \text{ Kg} = 2630 \text{ N} = 2,63 \text{ kN}$$

$$C = 440 \text{ Kg} = 4400 \text{ N} = 4,4 \text{ kN}$$

$$V = 1$$

Rumus untuk menghitung beban equivalen [13]:

$$P = x \cdot F_r + y \cdot F_a$$

Karena beban aksial tidak ada maka:

$$F_a = 0$$

Dari nilai  $F_a$  diatas dapat ditentukan nilai X dan Y dengan melihat gambar tabel Harga X dan Y.

Karena nilai  $\frac{F_a}{V F_r} \leq e$  maka nilai X = 1 dan Y = 0.

Torsi yang dibutuhkan alat *labelling* botol semi otomatis (T) = 0,0686475 Nm

$$M_t = 0,068 \text{ Nm} = 68 \text{ Nmm}$$

Rumus untuk menentukan tegangan puntir pada poros transmisi ( $\tau_t$ ) [14]:

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$

Rumus untuk menghitung  $W_p$  [14]:

$$W_p = 0,2 \times d^3$$

$$W_p = 0,2 \times 15^3$$

$$W_p = 675 \text{ mm}^3$$

Maka tegangan puntir pada poros transmisi ( $\tau_t$ ):

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$

$$\tau_t = \frac{68}{675}$$

$$\tau_t = 0,1007 \text{ N/mm}^2$$

Rumus untuk mencari beban radial (Fr) [14]:

$$\tau_t = \frac{Fr}{A}$$

$$Fr = \tau_t \times A$$

$$Fr = \tau_t \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$Fr = 0,1007 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 15^2$$

$$Fr = 0,1007 \times 176,625$$

$$Fr = 17,786 \text{ N}$$

Maka beban equivalen:

$$P = x \cdot Fr + y \cdot Fa$$

$$P = 1 \times 17,786 + 0 \cdot 0$$

$$P = 17,786 \text{ N} = 0,0177 \text{ kN}$$

Rumus untuk menghitung umur pakai bearing [13]:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^q = \frac{L_h \times n \times 60}{10^6}$$

Menghitung L:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^q$$

$$L = \left(\frac{4,4}{0,0177}\right)^q$$

$$L = 248,587 \text{ kN}$$

Menghitung  $L_h$ :

$$L = \frac{L_h \times n \times 60}{10^6}$$

$$L_h = \frac{L \times 10^6}{n \times 60}$$

$$L_h = \frac{248,587 \times 10^6}{230 \times 60}$$

$$L_h = 0,01801 \times 10^6 \text{ jam}$$

$$L_h = 18010 \text{ jam}$$

### 3.3 Analisis Kinerja Alat

#### A. Analisa Waktu Produksi Label

Dari hasil pengujian alat, diperoleh perbandingan kinerja alat antara alat labelling botol manual dan alat labelling botol semi otomatis dari segi waktu pelabelan. Perbandingan ini dilakukan dengan menghitung kecepatan proses pelabelan untuk setiap satu botol dengan bantuan stopwatch. Waktu yang dibutuhkan alat untuk melakukan pelabelan dengan melakukan 10 kali percobaan, dengan diameter botol 35 mm dan dimensi label 50 mm x 30 mm dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Waktu Pelabelan

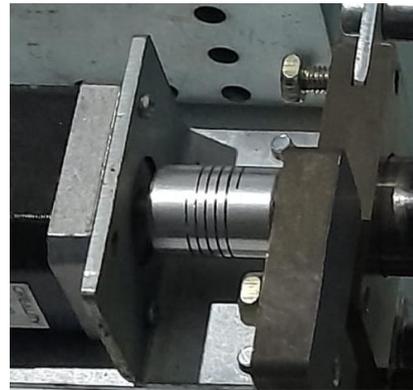
Percobaan	Labelling		Percobaan	Labelling	
	Manual (s)			Semi Otomatis (s)	
1	5,15		1	3,23	
2	5,58		2	4,25	
3	5,21		3	3,94	
4	4,64		4	2,65	
5	5,51		5	2,20	
6	5,04		6	2,54	
7	4,13		7	4,13	
8	5,90		8	3,72	
9	3,95		9	2,81	
10	5,77		10	3,15	
Rata-rata	5,088		Rata-rata	3,262	

Data diatas meunjukkan bahwa dari segi waktu pelabelan, alat labelling botol semi otomatis lebih cepat dari pada alat labelling botol manual. Bisa dikatakan bahwa produksi label dengan alat labelling botol semi otomatis lebih efisien.

#### B. Analisa Permasalahan Dari Alat

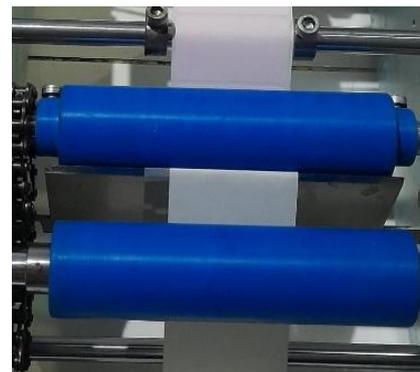
Masalah mekanis pada alat labelling botol semi otomatis:

Penggunaan fix coupling motor kurang tepat, sehingga memperberat kinerja stepper motor, maka untuk mengatasi permasalahan tersebut fix coupling digantikan dengan flexible coupling.



Gambar 8. Flexible Coupling

Sisi tajam scraper blade akan mudah merobek label pada waktu pelabelan, maka untuk mengatasi sisi tajam scraper blade perlu dilapisi dengan wire tape atau melakukan perubahan ujung scraper yang tajam dengan radius 0,2 mm.



Gambar 9. Scraper Blade dilapisi dengan wire tape

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkanlah rancangan alat *labelling* botol semi otomatis dengan metode VDI 2221 sebagai berikut:
  - a. Rangka *roll* label diatas dengan dimensi alat 430mm x 405mm x 300mm, *scraper* persegi tanpa sambungan, transmisi *Sprocket & Chain*, pengikat *Bolt & Nut*, penggerak stepper motor.
  - b. Alat dirancang menggunakan stepper motor nema 17, dengan daya yang dibutuhkan motor 3,118 Watt.
  - c. Rantai dan sproket berdiameter 34 mm digunakan sebagai penerus daya, dengan gaya yang bekerja pada rantai 11,73 N.
  - d. Jenis *bearing* yang digunakan adalah *bearing* gelinding dengan kode 6002, dengan *life time* 18010 jam.
2. Didapatkan hasil analisa waktu alat *labelling* botol dengan data 5,088 detik untuk *labelling* botol manual dan 3,262 detik untuk *labelling* botol semi otomatis. Dari segi waktu pelabelan alat, alat *labelling* botol semi otomatis lebih efisien dari alat *labelling* botol manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohd, R. S. D. Bin, Binti, Y. N. H., & Mohd, F. N. F. D. B. (2020). *Labelling Bottole Machine*.
- [2] Nurdin, H., Ambiyar, & Waskito. (2020). *Perancangan Elemen Mesin*. Padang: UNP Press.
- [3] Pujono, ST., M. E. (2019). *Bahan Ajar Metode Perancangan Teknik*.
- [4] Panjaitan, U. (2020). *Perancangan Mesin Pencacah Rumput Multifungsi Dengan Metode Vdi 2221*. *Presisi Jurnal Teknik Mesin*, 22(1), 65–78.
- [5] Muhammad, Y., & Nanda, P. (2021). *Rancang Bangun Alat Pembengkok Kawat Metal Jig*. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 11–20. <https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16017>
- [6] Arief, R.K. (2018). *Metode Desain VDI 2221 Untuk Merancang SKID MPFM SINGLE LINE*. *Rang Teknik Journal*, Volume 1 No 2.
- [7] Siregar, S.A.K., & Syahrial. (2021). *Perancangan Sepeda Listrik 350 W dengan Metode VDI 2221 untuk Ibu Rumah Tangga Perumahan*. *SNETO*.
- [8] Yakub, Y., Erizal., & Yulianto, A.Y. (2016). *Desain dan Validasi Sistem Otomatis Feeder Mesin Run-Out Velg Steel Untuk Mobil Kategori I-IV Menggunakan Metode VDI 2221*. *BINA TEKNIKA*, Volume 12 No 1, 11-22.
- [9] Moch, Y., Dicky, S., & Agham, B. (2019). *Analisa Pengujian Koefisien Gesek Material Vcn Terhadap Material Bronze*. *Jurnal Austenit*, 11(1), 6–10.
- [10] B. Sudiby, Ing. HTL. (1986). *MEKANIK TEKNIK 3*. Surakarta: ATMI PRESS SOLO.
- [11] Luthfianto, A. (2017). *Perencanaan Ulang Sistem Transmisi Rantai Mobil Nogogeni Evo 3 Andrian*. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 1–47.
- [12] Sandiono, B. at N., & Purkuncoro, A. E. (2019). *Sistem Transmisi Mesin Pembuat Sandal Bermotif. 1*, 1–4.
- [13] B. Sudiby, Ing. HTL. (1986). *BANTALAN GELINDING*. Surakarta: ATMI PRESS SOLO.
- [14] B. Sudiby, Ing. HTL. (1986). *Strength of Material*. Surakarta: ATMI PRESS SOLO.