

Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng dengan Memanfaatkan Crankset Sepeda

Muhammad Sofyan ^{1*}, Pranowo Sidi ², Dhika Aditya Purnomo ³

Program studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Negara Indonesia ^{1*,2,3}
Email: muhammadsofyan499@gmail.com^{1*}

Abstract – In the development of the beverage industry that is increasing, the handling and management of cans still uses a manual process by stepping on or hitting the cans with a hammer so that the volume of the cans decreases. Therefore, need an idea and innovation to design and make can pressing machine in the form of a small scale is needed. The process of making this machine uses the Ulrich method. Start from identifying machine requirements to selecting the concept and fabrication of the design. Based on the results of the design using the Ulrich method, design concept 1 was chosen. Then planning, calculate and analysis will be carried out to determine the core components and supporting components to build the machine. The next stage is the manufacture of detailed drawings of the machine, followed by the fabrication and testing process. In the testing this can pressing machine is able to press cans with a capacity of 39 cans/minute with a total budget of Rp. 3.770.600,-.

Keyword: Cans, Design of Manufacture of Machine, Ulrich Method, Pressing

NOMENCLATURE

T = Momen puntir atau torsi (N.mm)

P = Daya motor (Watt)

N = Putaran poros (rpm)

Δ_{max} = Defleksi maksimum (mm)

P_d = Daya motor rencana (kW)

M_{max} = Momen Maksimum (Kg.mm)

d_s = Diameter poros (mm)

L_H = Umur bearing

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri *food and beverages* yang semakin meningkat, menuntut industri untuk terus berinovasi dalam variasi makanan dan minuman. Terlepas dari makanan, minuman sendiri mempunyai faktor yang cukup signifikan yang tidak terlepas dari kemasan. Terdapat berbagai macam kemasan salah satunya kaleng. Kaleng yang pada umumnya digunakan sekali pakai, sehingga apabila semakin banyak masyarakat yang mengonsumsi minuman kaleng maka akan semakin tinggi sampah kaleng yang menumpuk. Apabila sampah tidak dikelola dan hanya langsung dibuang ke lingkungan maka akan mengurangi nilai kebersihan, keindahan dan mengurangi kenyamanan serta menjadi media penularan penyakit dan dampak polutan B3 (salah satunya terkandung dalam kaleng).

Dalam kehidupan sehari-hari banyak kaleng bekas wadah minuman yang ada di sekitar kita, selain bisa diolah menjadi kerajinan tangan atau

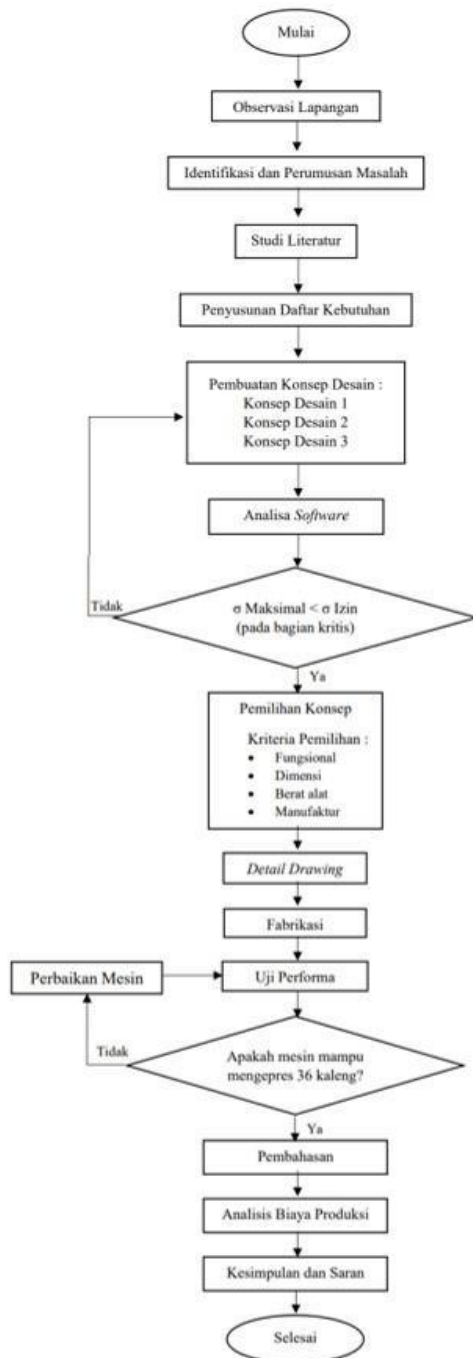
sejenisnya, masih banyak kaleng yang belum dikelola dengan baik untuk masalah daur ulang. Pengelolaan sampah (khususnya kaleng) di Kabupaten Madiun salah satunya ada di TPA Kaliabu, Mejayan. Dalam pengolahan lebih lanjut berupa peleburan kaleng aluminium untuk pembuatan komponen-komponen yang berbahan dasar aluminium.

Berdasarkan observasi penulis, serta studi literatur dari berbagai sumber terdapat beberapa variasi untuk mengepres kaleng, misalnya menggunakan pneumatik yang membutuhkan kompresor, adapun yang lain menggunakan *hydraulic press* sehingga proses manufaktur menjadi semakin mahal. Penulis mendapatkan alternatif lain yaitu menggunakan *crankset* atau engkol sepeda dikarenakan berasal dari sepeda bekas yang sudah tidak terpakai sehingga biaya manufaktur menjadi lebih rendah serta performa yang diharapkan sama atau bahkan lebih optimal.

Dengan penguraian di atas, peneliti akan melakukan pengurangan sampah kaleng yang menumpuk dan alternatif pengolahan limbah kaleng, dengan menggunakan mesin pengepres kaleng yang terdapat *hopper* untuk memasukkan kaleng sehingga lebih efektif dan dapat meningkatkan produktivitas industri skala kecil menengah.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Metode Ulrich

Pada penelitian ini menggunakan kaidah metode *Ulrich*. Tahap awal yaitu dengan menyusun daftar kebutuhan produk, lalu dilanjutkan dengan membuat 3 konsep desain. Setelah membuat 3 konsep desain, nantinya akan dipilih 1 konsep desain dengan nilai tertinggi untuk diwujudkan menjadi sebuah produk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kajian Produk Existing

Mesin pengepres kaleng yang sudah ada pada penelitian sebelumnya adalah merupakan acuan dibuatnya produk yang baru. Pada Tabel 3.1 merupakan spesifikasi dari produk existing yang sudah ada di pasaran sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Produk *Existing*

<i>Existing</i>	<i>New</i>
Motor : ½ HP, single-phase, 1400 rpm	Motor : Oriental ¼ HP, 3 phase, 1300 rpm
Gearbox 1:40 Ratio	Gearbox 1:20 Ratio
Size of spindle : Ø25,4 × 127 mm	Size of belt : 6 × 48 inch
35 rpm gearbox output	65 rpm gearbox output
35 cans/minutes production capacity	39 cans/minutes production capacity
Weight : 20,2 kilogram	Weight : 23,575 kilogram
Main frame dimension : 655 × 350 × 550 mm	Main frame dimension : 535 × 270 × 450 mm
Connecting Rod Specification : ST 90 (400 × 34 × 10 mm)	Connecting Rod Specification : ASTM A36 (378 × 40 × 8 mm)

3.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Daftar kebutuhan diperoleh dari hasil identifikasi kebutuhan instansi melalui wawancara dengan pihak terkait. Tujuan dari diskusi ini untuk membahas masalah yang ada serta merumuskan daftar kebutuhan instansi terkait yang nantinya akan dijadikan acuan dalam pembuatan produk. Pada Tabel 3.2 merupakan daftar kebutuhan yang dijadikan sebagai acuan dalam rancang bangun mesin pengepres kaleng.

Tabel 3. 2 Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan		
S / H	Aspek	Penanggung Jawab
H S	Operasional a. Model yang praktis dan lebih efisien b. Model tidak rumit dan mudah dalam pengoperasian	Semua Tim
H	Dimensi a. Memiliki dimensi yang ringkas (kurang lebih dari 1000 x 500 x 750 mm)	Tim Desain
S H	Berat Alat a. Bisa dipindahkan/diangkat setidaknya 2 orang b. Tidak lebih dari 30 kg	Semua Tim
S S S	Manufaktur a. Dapat dirakit b. Dapat di manufaktur c. Bahan mudah didapat dan dirakit	Tim Manufaktur

3.3 Pembuatan Konsep Desain

Pada penelitian ini akan dibuat 3 konsep desain mesin pengepres kaleng. Daftar kebutuhan produk yang telah dibuat dipakai sebagai acuan dalam pembuatan konsep desain. Dari 3 konsep desain yang telah dibuat akan dipilih 1 konsep

desain yang akan diwujudkan menjadi sebuah produk.

3.4 Analisis Kekuatan Rangka

Analisa kekuatan rangka dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan rangka dari konsep alat yang sudah di rancang. Analisa kekuatan ini dilakukan dengan bantuan simulasi *software* Autodesk Fusion 360, simulasi ini akan mendapatkan nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka. Dari hasil simulasi yang dilakukan pada rangka setelah mengalami pembebanan, rangka dinyatakan aman jika stress maksimum pada rangka lebih kecil dari *allowable stress*. Perhitungan *allowable stress* menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{(Sf \cdot k)}$$

Diketahui :

σ_y = 250 MPa (material ASTM A36)

Sf = 2 (untuk beban statis)

K = 1 (faktor koreksi material)

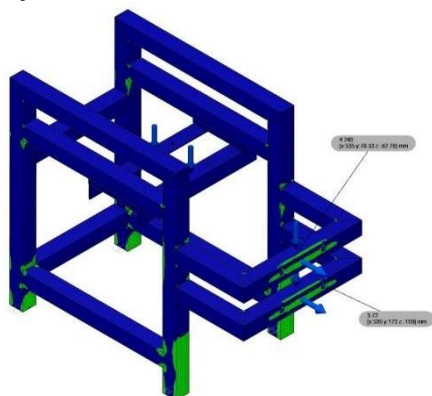
Sehingga :

$$\sigma_{ijin} = \frac{250}{(2 \cdot 1)} = 125 \text{ Mpa}$$

Analisa rangka yang dilakukan akan menggunakan 3 titik pembebanan yaitu pada tumpuan motor listrik, tumpuan transmisi rantai, dan tumpuan arah reaksi pengepresan. Pada tumpuan motor listrik dikenakan beban sebesar 60 N ; pada tumpuan transmisi rantai dikenakan beban sebesar 38,65 N ; dan pada tumpuan arah reaksi pengepresan dikenakan beban sebesar 1205,4 N. Berikut merupakan hasil analisa kekuatan rangka pada tiap konsep desain.

1. Analisa konsep desain 1

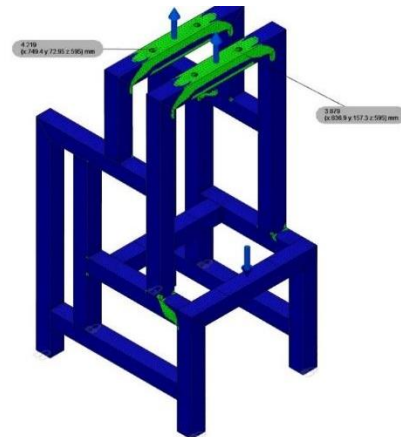
Pada Gambar 3.1 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 1. *Point probe* menunjukkan nilai 4,243 dan 3,72.



Gambar 3. 1 Simulasi *Safety Factor* Konsep Desain 1

2. Analisa konsep desain 2

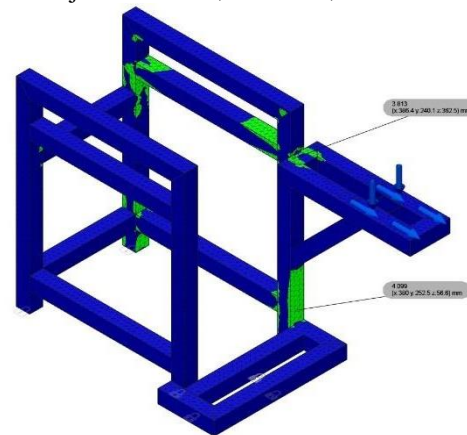
Pada Gambar 3.2 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 2. *Point probe* menunjukkan nilai 4,219 dan 3,879.



Gambar 3. 2 Simulasi *Safety Factor* Konsep Desain 2

3. Analisa konsep desain 3

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 3. *Point probe* menunjukkan nilai 3,813 dan 4,098.



Gambar 3. 3 Simulasi Tegangan Rangka Konsep Desain 3

Setelah dilakukan simulasi, maka dapat disimpulkan ketiga konsep desain memiliki nilai *safety factor* yang dapat dinyatakan aman dalam operasionalnya.

3.5 Pemilihan Konsep

Konsep yang memiliki skor tertinggi maka akan dipilih untuk dimanufaktur menjadi sebuah produk. Pembobotan pada tiap kriteria merupakan hasil dari wawancara penulis dengan pihak instansi terkait. Proses penetapan konsep desain akan menggunakan model matriks penilaian konsep seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Matriks Penilaian Konsep

		Matriks Penilaian Konsep											
Kriteria Seleksi	B o b o t	Konsep Produk dan Referensi											
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi					
		R	S	R	S	R	S	R	S				
		t	o	t	o	t	o	t	o	t	o	r	r
		e	r	e	r	e	r	e	r	e	r		
Operasional	20%	5	1	2	0,4	5	1	3	0,6				
Dimensi	25%	2	0,5	4	1	2	0,5	3	0,75				

Berat Alat	25%	2	0,5	2	1,5	2	0,5	3	0,75
Manufaktur	30%	5	1,5	5	1,5	3	0,9	3	0,9
Nilai Absolut		14	3,5	13	3,4	12	2,9	12	3,0
Nilai Relatif (%)		27,5	27,3	25,5	26,6	23,5	22,7	23,5	23,4
Ranking		1		2		4		3	

Berdasarkan Tabel 3.3 di atas maka dapat diketahui konsep desain dengan nilai tertinggi adalah konsep desain 1. Konsep desain 1 dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 4 Konsep Desain Terpilih

3.6 Perhitungan Penentuan Rangka

Penentuan dimensi profil memerlukan perhitungan untuk mencari modulus penampang profil yang dibutuhkan. Profil kerangka yang akan dihitung adalah profil kerangka yang dianggap menerima beban yang paling besar yaitu pada tumpuan rangkaian transmisi rantai karena menahan beberapa beban sekaligus, beban yang ditumpu sebesar 38,65 N. Perhitungan modulus penampang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Z = \frac{M}{\sigma_{ijin}}$$

Diketahui :

$$Z = \text{Modulus penampang (mm}^3\text{)}$$

$$\sigma_{ijin} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2512,5 \text{ N.mm}$$

Sehingga :

$$Z = \frac{2512,5 \text{ N.mm}}{125 \text{ N/mm}^2}$$

$$Z = 20,1 \text{ mm}^3 = 0,0201 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan katalog profil, maka dipilih profil hollow dengan ukuran 30 × 30 × 1,2 mm karena menyesuaikan kebutuhan lebar dari *pillow block bearing* yang ada di pasaran yaitu memiliki lebar tapak sebesar 37 mm. Dari profil yang telah dipilih memiliki modulus penampang 1,47 cm³, sehingga profil dapat dinyatakan aman.

3.7 Perhitungan Tebal Minimum Plat Pengepres

Penentuan tebal minimum plat pengepres memerlukan perhitungan untuk mencari modulus penampang plat yang dibutuhkan. Perhitungan modulus penampang untuk mencari tebal minimum tebal pelat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$Z = \frac{M}{\sigma_{ijin}}$$

Diketahui :

$$Z = \text{Modulus penampang (mm}^3\text{)}$$

$$\sigma_{ijin} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2867,67 \text{ kg.mm}$$

Sehingga :

$$Z = \frac{2867,67 \text{ kg.mm}}{125 \text{ N/mm}^2}$$

$$Z = 22,94 \text{ mm}^3$$

Setelah mengetahui nilai modulus penampang minimum dari plat yang akan dipakai menggunakan perhitungan dengan perumusan di bawah ini :

$$\Delta_{max} = \frac{Pb^2}{6EI} (3l - b)$$

Sehingga :

$$I = \frac{Pb^2}{6E\Delta_{max}} (3l - b)$$

$$= \frac{2867,67 \text{ kg.mm} \times (70 \text{ mm})^2}{6 \times 200.00 \times 1} (3 \times 105 - 70)$$

$$= 2868,86 \text{ mm}^4$$

Setelah momen inersia didapatkan, maka selanjutnya dapat diketahui tebal minimum plat yang digunakan menggunakan perumusan di bawah ini :

$$I = \frac{1}{12} \times b_{span} \times h^3$$

$$2.868,86 \text{ mm}^4 = \frac{1}{12} \times 210 \text{ mm} \times h^3$$

$$h = 5,46 \text{ mm}$$

Jadi, tebal minimum plat adalah 5,46 mm, maka mesin ini dirancang menggunakan plat dengan tebal 6 mm, ukuran tersebut sudah aman karena tebal pelat sudah memenuhi dari tebal minimum plat yang diizinkan.

3.8 Perhitungan Elemen Mesin

1. Perhitungan rpm

Pada perhitungan ini diketahui target kapasitas mesin 36 kaleng/menit, maka dalam sekali pengepresan membutuhkan waktu 5 detik. Diameter *crankset* adalah 200 mm, maka kecepatan linier dapat dihitung menggunakan perumusan dibawah ini :

$$V = \frac{\pi dN}{60}$$

$$V = \frac{\pi \times 0,2 \text{ m} \times 11,93 \text{ rpm}}{60}$$

$$V = 0,125 \text{ m/s}$$

Setelah didapatkan kecepatan linier, maka selanjutnya dapat ditentukan kecepatan sudut menggunakan perumusan di bawah ini :

$$v = \omega \cdot r$$

Sehingga,

$$\omega = \frac{0,125 \text{ m/s}}{0,1 \text{ m}}$$

$$\omega = 1,25 \text{ rad/s} = 11,93 \text{ rpm}$$

2. Untuk menghitung daya pengepresan menggunakan perumusan dibawah ini :

$$Pp = F \times v$$

Sehingga,

$$Pp = 1.205,4 \text{ N} \times 0,12 \text{ m/s}$$

$$Pp = 0,144 \text{ kW}$$

Dan selanjutnya dihitung menggunakan faktor koreksi menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$Pd = Fc \times P$$

Sehingga,

$$Pd = 1,5 \times 0,144 \text{ kW}$$

$$Pd = 216 \text{ watt}$$

3. Perhitungan Rantai dan Sproket

- a. Rasio putaran

$$V.R. = \frac{n1}{n2}$$

Sehingga,

$$V.R. = \frac{65 \text{ rpm}}{11,93 \text{ rpm}}$$

$$V.R. = 5,44$$

- b. Perencanaan Sproket Gear

$$V.R. = \frac{N1}{N2} = \frac{T2}{T1}$$

Sehingga,

$$\frac{65 \text{ rpm}}{11,93 \text{ rpm}} = \frac{48}{T1}$$

$$T1 = 8,82$$

- c. Kecepatan Rantai

$$v = \frac{p \times T1 \times N1}{1000 \times 60}$$

Sehingga,

$$v = \frac{12,7 \times 10 \times 65 \text{ rpm}}{1000 \times 60}$$

$$v = 0,137 \text{ m/s}^2$$

- d. Jarak Minimum Poros

$$x_{min} = \frac{d1+d2}{2} + (30 \text{ sampai } 50) \text{ mm}$$

$$x_{min} = \frac{47 \text{ mm} + 200 \text{ mm}}{2} + 40 \text{ mm}$$

$$x_{min} = 163,5 \text{ mm}$$

- e. Jumlah mata rantai

$$K = \frac{T1+T2}{2} + \frac{2x}{p} + \left[\frac{T2-T1}{2\pi} \right]^2 \frac{p}{x}$$

Sehingga,

$$K = \frac{10+48}{2} + \frac{2 \times 163,5 \text{ mm}}{12,7} + \left[\frac{48-10}{2\pi} \right]^2 \frac{12,7}{163,5 \text{ mm}}$$

$$K = 56,74 \text{ dibulatkan menjadi } 58 \text{ buah mata rantai}$$

- f. Panjang Rantai

$$L = K \times p$$

$$L = 58 \times 12,7$$

$$L = 736,6 \text{ mm}$$

4. Perhitungan Poros

Beriku data – data yang dibutuhkan untuk menghitung poros *crankset*

$$\sigma b = 40,12 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf1 = 5,6$$

$$Sf2 = 1,3$$

$$Kt = 3$$

$$Cb = 1$$

$$\tau a = \frac{\sigma b}{Sf1 \times Sf2}$$

$$\tau a = \frac{40,12 \text{ kg/mm}^2}{5,6 \times 1,3}$$

$$\tau a = 5,51 \text{ kg/mm}^2$$

- a. Momen Puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n1}$$

Sehingga,

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,216}{65}$$

$$T = 3236,67 \text{ mm}$$

- b. Diameter Poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau a} K_t C_b T \right]^{\frac{1}{3}}$$

Sehingga,

$$d_s = \left[\frac{5,1}{5,51} \times 3 \times 1 \times 3236,67 \text{ kg.mm} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 20,67 \text{ mm}$$

5. Perhitungan Bantalan

Bearing yang digunakan adalah *Bearing* UCP 201 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter luar (D)	= 50 mm
Diameter dalam (d)	= 22 mm
Tebal <i>bearing</i> (B)	= 15 mm
Kapasitas nominal dinamis (C)	= 9400 N
Kapasitas nominal statis (Co)	= 5050 N
Beban ekuivalen (W)	= 3771 N

Berdasarkan data di atas dapat dihitung umur *bearing* dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_H = \left[\frac{C}{W} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$= \left[\frac{9400}{3771,632} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \times 11,93}$$

$$= 19.312,5 \text{ jam}$$

Jika dalam 1 hari mesin digunakan selama 8 jam, maka didapatkan umur *bearing* adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{19.312,5}{8}$$

$$= 2414 \text{ hari}$$

$$= 80 \text{ bulan}$$

Jadi, umur bearing jika pengoperasian 1 hari selama 8 jam. Maka umur bearing untuk mesin pengepres kaleng ini selama 8 bulan.

3.9 Proses Fabrikasi dan Perakitan

Fabrikasi dilakukan menggunakan beberapa proses seperti *marking*, *grinding*, *bending*,

welding, machining, dan painting. Komponen yang akan dilakukan proses fabrikasi pada mesin pengepres kaleng ini adalah sebagai berikut :

- 1) Rangka mesin
- 2) Pengepres Kaleng
- 3) Hopper dan Dropper
- 4) Plat tatakan dan Sekat

Proses perakitan dilakukan setelah komponen – komponen dari mesin sudah dibuat atau sudah tersedia. Hasil akhir tahapan pembuatan mesin pengepres kaleng dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Hasil Pembuatan Mesin

3.10 Pengujian Mesin

Pengujian mesin pengepres kaleng ini dengan melakukan pengepresan kaleng dari tinggi awal 115,56 mm menjadi ± 45 mm dengan validasi perputaran *crankset* yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.6 Validasi Perputaran Crankset

Dari pengamatan perputaran crankset menggunakan *digital photo tachometer* didapatkan hasil sebesar 13,2 rpm. Maka, dapat diketahui dalam 1 menit terjadi 13 kali pengulangan perputaran crankset dengan 1 kali pengepresannya

mengepres 3 buah kaleng secara bersamaan. Sehingga, kapasitas pengepresan pada mesin ini adalah $13 \times 3 = 39$ kaleng/menit.

3.11 Penyusunan Anggaran Biaya

Biaya keseluruhan yang dikeluarkan dalam proses membangun mesin ini, terdiri dari biaya pembelian bahan baku, pembelian komponen penunjang dan biaya fabrikasi.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Bahan Baku} + \text{Komponen} + \\ &\quad \text{Fabrikasi} \\ &= \text{Rp } 512.000 + \text{Rp } 1.728.600 + \text{Rp } \\ &\quad 915.000 \\ &= \text{Rp } 3.770.600,-. \end{aligned}$$

Jadi, biaya total dari proses pembuatan mesin pengepres kaleng ini adalah Rp. 3.770.600,-.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dari ketiga konsep desain, rancangan mesin pengepres kaleng terpilih pada konsep desain 1, dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Operasionalnya dapat mengepres 3 kaleng secara bersamaan
 - Mempunyai dimensi dengan panjang 763 mm, lebar 270 mm dan tinggi 706 mm
 - Estimasi berat desain sebesar 23, 575 kg
 - Dari segi manufakturnya terdapat 21 potongan hollow dengan 24 kali sambungan, 8 potongan pada hopper dengan 8 kali sambungan, serta terdapat 4 potongan dengan 5 sambungan pada bagian dropper.
2. Pembuatan mesin diawali dengan perhitungan elemen mesin dari konsep desain terpilih sebagai pendekatan dalam ementukan komponen-komponen mesin pengepres kaleng, selanjutnya membuat komponen yang membutuhkan proses menggunakan mesin *cutting plasma*, mesin las, mesin gerinda, mesin frais, mesin bor tangan dan kompressor.
3. Biaya produksi didapatkan dari perhitungan biaya bahan baku, biaya pembelian komponen penunjang, dan biaya proses fabrikasi. Total biaya untuk pembuatan mesin ini sebesar Rp. 3.770.600,-.
4. Dari hasil pengujian pengepres kaleng didapatkan bahwa mesin dapat mengepres 39 kaleng dalam 1 menit yang melebihi target keberhasilan yaitu menghasilkan 36 kaleng dalam 1 menit

5. PUSTAKA

- [1] Batan, I. (2012). **Desain Produk**. Surabaya: Inti Karya Guna.
- [2] Khurmi, & Gupta. (2005). **A Textbook of Machine Design**. New Delhi: Eurasia Publishing House.

- [3] Junyanto, A. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencetak Briket Arang Tempurung Kelapa 3 in 1. **Tugas Akhir**. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Sularso, & Suga, K. (2008). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [5] Ulrich, K., & Eppinger, S. (2001). **Product Design and Development**. Singapore: Mc Grawhill.
- [6] Kurniawan, S. dkk (2017). *Rancang Bangun Meisn Pengepres Kaleng 330 ml dengan Penahan yang Diberi Alur*. **Tugas Akhir**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.