



RANCANG BANGUN MESIN PRESS KALENG MINUMAN BEKAS KAPASITAS 330 ML MENGUNAKAN METODE PERANCANGAN VDI 221

Daffa Amasta¹, Budi Yuwono², Rosidi³, dan Rahmat Noval³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address : daffa.amasta.tm20@mhs.pnj.ac.id

Abstrak

Mesin Press Kaleng Minuman Bekas adalah sebuah alat bantu untuk melakukan pengepresan terhadap limbah kaleng minuman. Pembuatan Mesin Press Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML diawali dengan melakukan observasi dan merumuskan masalah yang muncul di lapangan pada saat proses pengepresan limbah kaleng minuman bekas. Kemudian, dibuat sebuah rancangan mesin pres sebagai solusi untuk menyelesaikan masalah yang terjadi. Setelah dibuat rancangan Mesin Press Kaleng Minuman Bekas, dilanjutkan dengan perhitungan terhadap gaya yang bekerja pada Mesin Press Kaleng Minuman Bekas. Setelah itu dilanjutkan dengan proses manufaktur dan pengujian terhadap Mesin Press Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML. Frame pada Mesin Press Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML terbuat dari besi hollow galvanis ukuran 4mm dan tebal 3 mm, pada pasak digunakan material ST 45, sedangkan komponen slider crank menggunakan material S45C. Alat ini dibuat dengan mesin las, gerinda, bor, dan mesin bubut. Prinsip kerja dari Mesin Press Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML yaitu kaleng minuman bekas dimasukkan ke dalam silinder melalui hopper, selanjutnya motor listrik akan memberikan energi gerak sebesar 1400 Rpm yang kemudian direduksi menggunakan gearbox ratio 1:60. Hasil pres kaleng minuman bekas akan otomatis keluar dari silinder melalui celah output yang terdapat pada silinder.

Kata Kunci: Mesin Press Kaleng Minuman Bekas, Limbah Kaleng Minuman Bekas, Pengepresan, Slider Crank.

Abstract

Used Beverage Can Press Machine is a tool for pressing beverage can waste. The manufacture of a Used Beverage Can Press Machine with a capacity of 330 ML begins with observing and formulating problems that arise in the field during the process of pressing used beverage can waste. Then, a press machine design was made as a solution to solve the problems that occurred. After the design of the Used Beverage Can Press Machine is made, it is continued with calculations of the forces acting on the Used Beverage Can Press Machine. After that, it was continued with the manufacturing and testing process of the 330 ML Capacity Used Beverage Can Press Machine. The frame of the 330 ML Capacity Used Beverage Can Press Machine is made of hollow galvanized iron measuring 4mm and 3mm thick, ST45 material is used for the pegs, while the slider crank component uses S45C material. This tool is made with welding machines, grinders, drills, and lathes. The working principle of the 330 ML Capacity Used Beverage Can Press Machine is that used beverage cans are inserted into the cylinder through the hopper, then the electric motor will provide motion energy of 1400 Rpm which is then reduced using a gearbox ratio of 1:60. The results of pressing used beverage cans will automatically come out of the cylinder through the output gap in the cylinder.

Keywords: Used Beverage Can Press Machine, Waste of used beverage cans, Pressing, slider crank.

1. PENDAHULUAN

Pengertian Kaleng

Kaleng adalah wadah yang terbuat dari logam berlapis timah dengan kadar tidak lebih dari 1,00-1,25% tidak lebih dari berat kaleng tersebut. Terkadang, lapisan ini dilapisi kembali menggunakan pelapis non-metal untuk mencegah reaksi terhadap makanan atau minuman yang ada didalamnya (Bukhori, 2018).

Kaleng timah (*tin can*) merupakan pengembangan dari penemuan *Nicolas Appert* pada dasawarsa 1800-an. Produk ini dipatenkan oleh seorang berkebangsaan Inggris, *Peter Durand* pada 1810 (Geoghegan, 2013).

Pengepresan Kaleng Minuman Bekas

1. Pengepresan Kaleng Minuman Bekas Secara Manual

Cara manual pada proses pengepresan kaleng minuman sangat sederhana, sebagian besar hanya menggunakan tenaga manusia dengan cara menginjaknya.

2. Pengepresan Kaleng Minuman Bekas Menggunakan Mesin

Gambar 1 menunjukkan rancangan mesin pengepres kaleng minuman dengan mekanisme *sliding press*. tergolong dimensi alat yang cukup besar. karena masih menggunakan rantai, roda gigi, dan *gearbox* untuk menurunkan besar putaran yang dibutuhkan (Kurniawan & Adiansyah, Rafi, 2017). Sehingga diperlukan beberapa pembaruan pada mesin ini.



Gambar 1 Mesin Pengepres Kaleng Minuman Mekanisme Sliding Press

Metode VDI 2221

Metode perancangan VDI 2221 adalah tata cara perancangan yang dibuat oleh Persatuan Insinyur Jerman (Verein Deutscher Ingenieure - VDI) yang dijabarkan oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metode ini merupakan “Pendekatan Sistematis terhadap Desain untuk Sistem Teknik dan Produk Teknik” (Systematic Approach to The Design of Technical System and Product) (Putra, 2020).

Analisa Gaya

Untuk menganalisa besar gaya mesin press dilakukan uji coba pengepresan pada kaleng minuman bekas agar mengetahui besar gaya press kaleng. Dari percobaan didapatkan F maksimum (F_{max}), sehingga tahap selanjutnya dapat menganalisa pengepresan kaleng minuman bekas.

1. Besar Torsi Mesin Press

Besar torsi pada Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas dapat dihitung menggunakan rumus:

$$T = F x r$$

Dimana :

T : Torsi (Nm)

F : Besar Gaya *press* (N)

r : jari- jari roda penggerak (mm)

2. Besar Daya

Setelah didapat besar torsi dan putaran mesin *press*, besar daya motor penggerak dapat dihitung sebagai berikut:

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

Dimana :

P : Daya motor (*Watt*)

n : Kecepatan putar dalam (*rpm*)

T : Besar torsi (*rpm*)

Tegangan Kompresi Kaleng

Perhitungan tegangan kompresi kaleng dilakukan untuk mengetahui apakah gaya yang diberikan dapat mengepress kaleng. Tegangan kompresi kaleng dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ_c : tegangan kompresi kaleng (*N/mm²*)

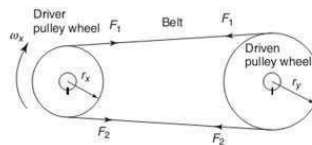
F : gaya *press* kaleng (*N*)

A : luasan kaleng (*m²*)

Perhitungan Pulley dan Sabuk

Pulley merupakan elemen mesin yang terdiri dari roda pada sebuah poros yang memiliki alur dan berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros lainnya menggunakan sabuk yang biasa disebut *V-belt*. *Pulley* bekerja dengan mengubah arah gaya, mengirim gerak, dan mengubah arah rotasi (Rusnandha, 2019).

Sabuk-V atau *V-belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. (Sularso & Suga, 2004).



Gambar 2 Pulley dan V-belt

1. Daya rencana

Untuk menentukan daya rencana, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Pd = fc \times p$$

Dimana:

Pd : Daya rencana (*kW*)

fc : Faktor koreksi

P : Daya motor yang dihasilkan

2. Diameter pulley dan jenis sabuk

Diameter *pulley* dan jenis sabuk yang digunakan dapat ditentukan dengan daya rencana (*kW*) dan putaran motor (*rpm*).

3. Kecepatan sabuk

Untuk mengetahui kecepatan sabuk yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$v = \frac{\pi \cdot dp \cdot n1}{60 \cdot (1000)}$$

Dimana :

V : Kecepatan sabuk (*m/s*)

Dp : diameter *pulley* (*mm*)

$n1$: putaran motor (*rpm*)

4. Panjang Sabuk

Panjang sabuk yang dibutuhkan pada pembuatan mesin *press* kaleng minuman bekas ini dapat dihitung dengan rumus:

$$L = \frac{\pi (d_1 + d_2)}{2} + 2x + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4x}$$

Dimana:

L : Panjang sabuk (*mm*)

x : jarak pusat antara dua *pulley* (*mm*)

- d_1 : Diameter *pulley* satu (mm)
 d_2 : Diameter *pulley* dua (mm)

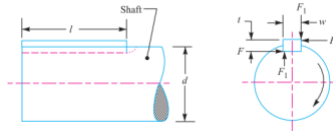
Perancangan Pasak

Pasak merupakan salah satu sambungan yang bersifat sementara yang dapat dilakukan pembongkaran tanpa merusak komponen utama. Pasak terbuat dari sepotong baja ringan yang berfungsi untuk mencegah terjadinya putaran relatif antara poros dengan elemen-elemen mesin yang lain (Khurmi & Gupta, 2005).

1. Gaya yang Terjadi pada Pasak

Gaya yang terjadi pada pasak dapat dihitung dengan rumus berikut

$$T = F \cdot \frac{Dp}{2}$$



Gambar 3 Gaya pada pasak

Dimana:

- T : Torsi yang ditransmisikan (kg.f.mm)
 F : besar gaya yang terjadi (N)
 Dp : Diameter poros (mm)

2. Tinjauan terhadap gaya geser

Pada pasak gaya F akan menimbulkan gaya geser

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{2 \cdot T_1}{w \cdot L \cdot Dp}$$

Dimana:

- τ_s : Tegangan geser (kg/mm²)
 F : Gaya yang terjadi pada pasak (N)
 W : Lebar pasak (mm)
 L : Panjang pasak (mm)
 Dp : Diameter poros (mm)

Panjang pasak pada tegangan geser

$$\frac{2 \cdot T_1}{W \cdot L \cdot Dp} \leq \frac{\sigma_{yp}}{S_f} \rightarrow L \geq \frac{2 \cdot T_1 \cdot S_f}{W \cdot Dp \cdot \sigma_{yp}}$$

- S_f : Faktor keamanan/Safety factor
 T_1 : Torsi

Perancangan Piston

Secara umum, *piston* merupakan suatu bagian elemen mesin pada pengompresan yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya menghasilkan kerja pada motor. Saat *piston* bekerja dari TMA ke TMB, katup hisap terbuka dan udara dapat masuk ke dalam silinder, kemudian saat *piston* bergerak dari TMB ke TMA katup buang dan katup udara tertutup, dan terjadi tekanan udara sehingga tekanan udara dan suhu di dalam silinder meningkat (Raxca, 2017).

1. Tegangan izin pada *piston*

Tegangan yang diizinkan pada *piston* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_{yp}}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

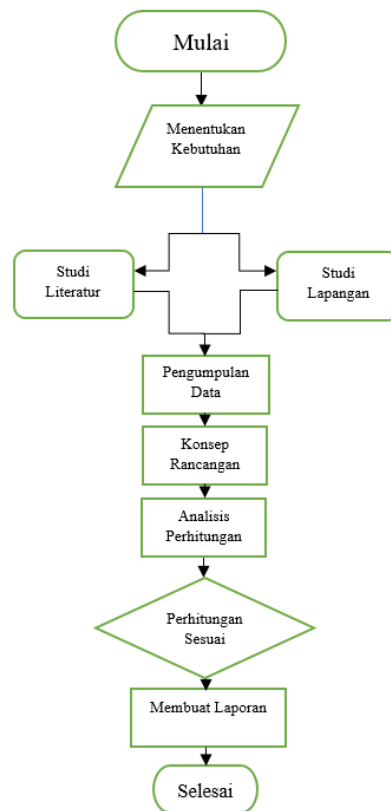
2. Tinjauan terhadap gaya tekan

Gaya tekan atau kompresi yang terjadi pada *piston* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{s^2}$$

2. METODE PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir dari metode pelaksanaan tugas akhir Rancang Bangun Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML Menggunakan Metode Perancangan VDI 2221.



Berikut penjelasan dari Flowchart di atas:

Menentukan Kebutuhan

Teknik pengumpulan data yang dilakukan secara sistematis melalui pengamatan dan mencatat permasalahan yang telah didiskusikan. Pengamatan yang dilakukan penulis adalah dengan terjun langsung.

Studi Literatur

Setelah Merumuskan masalah, penulis mencari berbagai sumber pustaka yang digunakan sebagai rujukan untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan. Sumber pustaka dapat diperoleh dari berbagai buku pustaka, jurnal ilmiah, artikel ilmiah, dll. Di tahap ini penulis juga berdiskusi dengan teman yang mempunyai pengetahuan terkait mesin ini, mencari referensi dari internet, serta berdiskusi dengan dosen pembimbing yang terkait.

Studi Lapangan

Bersamaan dengan mencari dan menyelesaikan masalah lewat studi pustaka, penulis juga melakukan studi lapangan. Studi lapangan ini penulis peroleh melalui penjelasan dan diskusi dengan dosen pembimbing serta melakukan beberapa percobaan untuk mengetahui besar beban yang dibutuhkan untuk mengepress kaleng minuman bekas.

Pengumpulan Data

Setelah penulis berbagai informasi terkait permasalahan yang ada, dan telah melakukan studi literatur serta percobaan, barulah penulis mengumpulkan data yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Disini penulis mengumpulkan data terkait rancangan yang akan dibuat agar Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML berjalan dengan efisien dan aman. Pengumpulan data harus sesuai dengan data dan

informasi yang tepat didapat, agar perhitungan dapat dilakukan nantinya dan mesin ini dapat dipertanggungjawabkan.

Konsep Rancangan

Untuk melakukan analisis perhitungan menulis harus mendapatkan opsi dari 4 desain terbaik agar penulis dapat mengetahui konsep desain yang mana yang lebih efektif dan efisien untuk memulai perhitungan.

Analisis Perhitungan

Setelah 4 alternatif desain ditentukan, akan dilakukan analisis perhitungan untuk mengetahui kekuatan dari setiap komponen. Analisis perhitungan kekuatan komponen ini yang nantinya akan ditetapkan sebagai desain Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML.

Sesuai Rencana

Setelah perhitungan selesai, maka selanjutnya penulis membuat gambar Teknik terhadap setiap komponen yang ada pada desain tersebut. Pembuatan gambar Teknik tersebut dilakukan untuk mempermudah dalam proses rancang bangun Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML agar sesuai dengan perhitungan dan dimensi yang diinginkan.

Membuat Laporan

Penulisan Laporan Tugas Akhir berupa Karya Tulis Ilmiah yang disusun oleh penulis berdasarkan hasil penelitian terhadap Rancang Bangun Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML. Penulisan Laporan Tugas Akhir dilakukan setelah Mesin *Press* Kaleng Minuman Bekas Kapasitas 330 ML telah dinyatakan lulus uji coba dan tujuan dari rancang bangun ini telah tercapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Ratio Gearbox

Pada perancangan ini akan digunakan motor listrik dengan kecepatan putar sebesar 1400 *rpm*. Untuk keperluan pengepresan direncanakan besar putaran alat pengepres sebesar 23 *rpm*. Oleh karena itu diperlukan suatu kotak roda gigi reduksi dengan rasio sebesar 1: 60.

Kapasitas Mesin Pengepres

Kapasitas mesin pengepres kaleng minuman bekas dapat dihitung berdasarkan besarnya putaran mesin pengepres. Bila dalam satu siklus putar mesin pengepres dapat mengepres satu buah kaleng minuman bekas, atau 1 *rpm* dapat mengepres 1 buah kaleng, maka untuk kecepatan putar mesin sebesar 23 *rpm* maka diperoleh besarnya kapasitas pengepresan per jam:

$$k = 23 \times 60 = 1380 \text{ kaleng/jam.}$$

Tegangan Kompresi Kaleng

Pengecekan tegangan kompresi pada kaleng adalah untuk mengetahui apakah gaya yang diberikan dapat untuk mengepres kaleng. Besar tegangan kompresi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ_c : tegangan kompresi kaleng, [N/mm²].

F : gaya *press* kaleng, [N].

A : luasan kaleng, [m²].

$$\sigma_c = \frac{650 N}{\pi(r_o^2 - r_i^2)}$$

$$= \frac{650}{3,14 (0,0315^2 - 0,0215^2)} = 39057,80 N/mm^2$$

Analisa Gaya

Dari percobaan didapatkan F maksimum (F_{max}) sebesar 650 N yang selanjutnya dapat dihitung untuk menganalisa proses pengepresan kaleng minuman bekas

Tabel 1 Pengujian Gaya Maksimum untuk pengepres Kaleng

Kaleng	F (N)
1	600
2	650
3	700
4	650
5	650
6	700
7	750
8	600
9	650
10	600
11	650
12	650
13	600
Jumlah	8450
Rata-rata	650

Perancangan Pulley dan Sabuk

1. Daya Rencana

$$Pd = f_c \times p$$

$$1,3 \times 0,275 = 0,35 \text{ kW}$$

Dimana:

Pd : Daya Rencana, [kW]

f_c : Faktor koreksi 1,3 (Lampiran 3, dengan variasi beban kecil dan penggunaan 8-10 jam perhari)

P : Daya yang dihasilkan, (0,375 HP = 0,275 kW).

2. Diameter Puli dan Jenis Sabuk

Berdasarkan daya rencana sebesar 0,35 kW, dan menggunakan putaran 1400 rpm didapatkan diameter puli 95 mm dan jenis sabuk tipe A.

3. Kecepatan Sabuk

$$V = \frac{\pi \cdot dp \cdot n1}{60 \cdot (1000)}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 95 \cdot (1400)}{60 \cdot (1000)} = 6,96 \frac{m}{s} \approx 7 \text{ m/s}$$

4. Panjang Sabuk

$$L = \frac{\pi (d_1 + d_2)}{2} + 2x + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4x}$$

Dimana:

L : Panjang sabuk (mm)

x : jarak pusat antara dua pulley (600 mm)

d_1 : Diameter pulley satu (95)

d_2 : Diameter pulley dua (95)

5. Sudut Kontak

$$\begin{aligned}\theta &= 180^\circ - \frac{57(D2-D1)}{C} \\ &= 180^\circ - \frac{57(95-95)}{600} = 180^\circ\end{aligned}$$

Perancangan Pasak

1. Pasak Penghubung Poros Motor Listrik dengan Puli

Motor listrik yang di digunakan yaitu 0,375 HP = 0,275 kW, dari spesifikasi motor tersebut didapatkan ukuran porosnya 16 mm dan dimensi pasak yang diperlukan 5 x 5, t1 = 3 dan t2 = 2,3 (Tabel Lampiran 5)

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n1} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{fc \times p}{n1} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{1 \times 0,275}{1400} = 191,32 \text{ kg.mm} \approx 1876,20 \text{ Nmm.}\end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada pasak

$$F = \frac{T}{\frac{Dp}{2}} = \frac{1876,20 \text{ Nmm}}{\frac{16 \text{ mm}}{2}} = 234,52 \text{ N}$$

Tinjauan terhadap gaya geser:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{A} = \frac{F}{w.L} \\ &\text{atau} \\ L &= \frac{F}{w.\tau} \\ &= \frac{147,73}{8.(45,26)} = 0,40 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Pasak Penghubung Puli dengan Gearbox

Gearbox yang digunakan yaitu type 1:60 dari spesifikasi gearbox tersebut diketahui ukuran porosnya adalah 25,4 mm dan dimensi pasak yang diperlukan adalah : 8 x 7, t1 = 4 dan t2 = 3,3 (Tabel Lampiran 5)

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \times 10^5 \frac{da}{n1} \\ T &= 9,74 \times 10^5 \frac{fc \times p}{n1} \\ T &= 9,74 \times 10^5 \frac{1 \times 0,275}{1400} = 191,32 \text{ kg.mm} \approx 1876,20 \text{ Nmm.}\end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada pasak:

$$\begin{aligned}F &= \frac{T}{\frac{Dp}{2}} \\ &= \frac{1876,20 \text{ Nmm}}{\frac{25,4}{2}} = 147,73 \text{ N}\end{aligned}$$

Tinjauan terhadap gaya geser:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{A} = \frac{F}{w.L} \\ &\text{atau} \\ L &= \frac{F}{w.\tau} \\ &= \frac{147,73}{8.(45,26)} = 0,40 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Pasak Penghubung Gearbox dengan Poros Engkol

Gearbox yang digunakan yaitu type 1:60 dari spesifikasi gearbox tersebut didapatkan ukuran porosnya adalah 25,4 mm dan dimensi pasak yang diperlukan adalah 8 x 7, t1 = 4 dan t2 = 3,3 (Tabel Lampiran 5)

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n1} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{fc \times p}{n1} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{1 \times 0,275}{23} = 11645,65 \text{ kg.mm} \approx 114204,81 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada pasak:

$$F = \frac{T}{\frac{Dp}{2}}$$

$$= \frac{114204,81}{\frac{25,4 \text{ mm}}{2}} = 8992,5 \text{ N}$$

Tinjauan terhadap gaya geser:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{w \cdot L}$$

atau

$$L = \frac{F}{W \cdot \tau}$$

$$L = \frac{8992,5}{8 \cdot (45,26)} = 24,83 \text{ mm}$$

Perancangan Piston

Material *piston* yang digunakan adalah S45C dengan $\sigma_{yp} = 568,64 \text{ N/mm}^2$ dan dimensi *piston* 65 x 65 mm. Untuk faktor pengaman, $Sf_1 = 6$ (Untuk material S-C), $Sf_2 = 1$ (Untuk beban kejut perlahan) maka dapat dihitung tegangan ijin sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{izin} &= \frac{\sigma_{yp}}{Sf_1 \cdot Sf_2} \\ &= \frac{568,64}{6 \cdot 1} \\ &= 94,73 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Tinjauan terhadap tegangan tekan:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{F}{s^2} = \frac{650}{65^2} = 1,53 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena σ yang dihitung lebih kecil dari pada σ_{izin} maka material aman digunakan.

4. KESIMPULAN

Mesin Pengepres Kaleng Minuman Bekas dirancang dengan metode VDI 221 dengan mengikuti tabel daftar kehendak didapatkan kesimpulan perancangan sebagai berikut:

1. Kapasitas mesin sebesar 1380 kaleng/jam.
2. Digunakan Motor listrik 0,375 hp. Dengan putaran 1400 rpm
3. Menggunakan V-belt tipe A sebagai transmisi daya
4. Puli digunakan untuk meneruskan daya ke *gearbox*.
5. *Gearbox* berfungsi untuk menurunkan kecepatan putaran dari motor, dimana putaran *output gearbox* 23 rpm
6. Hasil analisa perhitungan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa mesin yang akan digunakan aman dan berhasil dilakukan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dosen Pembimbing Bapak Budi Yuwono dan Rosidi Serta kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun moril. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada rekan teman seperjuangan dalam menyusun laporan ini. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang ambil bagian dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. REFERENSI

1. Bukhori, A. (2018). Tinjauan Aspek Korosi Pada Makanan Dalam Kemasan Kaleng. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 30–38.
2. Geoghegan, T. (2013). The story of how the tin can nearly wasn't. <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-21689069>
3. Khurmi, •, & Gupta, R. S. J. K. A. (2005). *Machine Design*.
4. Kurniawan, S., & Adiansyah, Rafi, R. (2017). Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng Minuman 330 mL dengan Penahan yang Diberi Alur. 1–64.

5. Putra, D. D. (2020). Universitas trisakti. 2(May), 5663232.
6. Raxca, B. (2017). Identifikasi Kerusakan Piston Dan Piston Ring Silinder No. 2 Mesin Induk Di Mv. Hanjin Gdynia Dengan Metode Usg. 7–28. <http://repository.pip-semarang.ac.id/236/%0Ahttp://repository.pip-semarang.ac.id/236/3/15. bab 2 acc.pdf>
7. Rusnandha, F. (2019). Proses Pembuatan Sistem Tranmisi Pada Knife Grinding Machine.
8. Sularso, & Suga, K. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. 5.