

Rancang Bangun Mesin Pres Kaleng Berbasis *Software Solidworks 2018*

^aDudi Suparyogi, Ibnu Aji

Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Jalan Terusan Halimun No 37, Bandung 40263, Indonesia

e-mail: ^adudisuparyogi@ukri.ac.id

Abstrak

Kaleng adalah sampah anorganik yang membutuhkan waktu 80 hingga 100 tahun untuk terurai di alam. Oleh karena itu, kaleng harus ditangani dan didaur ulang untuk mencegah kontaminasi lingkungan sekitar. Kaleng-kaleng ini harus diperkecil ukurannya untuk memudahkan pencairan agar dapat didaur ulang dengan lebih efektif. Dimensi kaleng dapat dikurangi dengan berbagai cara, termasuk dengan gunting, pisau, atau mesin. Penekanan pada penggunaan mesin dapat mengurangi waktu pemrosesan dan meningkatkan jumlah produksi kaleng aluminium cincang. Oleh karena itu penulis ingin menyempurnakan judul penelitian dengan mengembangkan mesin pres sederhana hanya untuk kaleng aluminium. Dengan konsumsi tahunan sebesar 24 juta ton, aluminium adalah logam non-besi yang paling banyak digunakan di dunia. "Aluminium primer" –atau aluminium yang diambil dari bijih– menyumbang hampir 75% dari semua penggunaan aluminium, atau 18 juta ton. Logam aluminium memiliki sejumlah keunggulan, antara lain dapat didaur ulang, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, sekitar sepertiga lebih ringan dari baja, mudah dibentuk, tahan terhadap masuknya gas, dan memiliki konduktivitas panas yang baik.

Kata kunci: perancangan, mesin pres, Solidwork *software*, aluminium

Abstract

Cans are inorganic waste that take 80 to 100 years to break down in nature. Cans must therefore be handled and recycled to prevent contamination of the surrounding environment. These cans must be reduced in size to facilitate easier liquefaction in order to recycle them more effectively. The can's dimensions can be reduced in a variety of ways, including with scissors, a knife, or a machine. The emphasis placed on using the machine may reduce processing time and increase the quantity of chopped aluminum cans produced. As a result, the author wants to improve the research's title by developing a straightforward pressing machine just for aluminum cans. With annual consumption of 24 million tonnes, aluminum is the most widely used non-ferrous metal in the world. "Primary aluminum" –or aluminum taken from ore– accounts for nearly 75% of all aluminum use, or 18 million tons. Aluminum metal has a number of advantages, including being recyclable, being tasteless, odorless, non-toxic, being about one-third lighter than steel, being easy to shape, resisting gas ingress, and having good heat conductivity.

Keywords: *designing, pressing machine, Solidworks, software, aluminium*

Diterima : 11 September 2023

Diperbaiki : 10 Oktober 2023

Disetujui : 20 Oktober 2023

Dudi Suparyogi, Ibnu Aji
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Dalam konteks pengolahan sampah kaleng dalam kehidupan sehari-hari, para pengumpul barang bekas, terutama kaleng-kaleng aluminium, sering melakukan proses pemadatan dengan cara menginjak atau memukul kaleng menggunakan palu agar volumenya dapat diperkecil. Metode ini memiliki risiko, karena tindakan menginjak dan pemukulan ulang-ulang terhadap kaleng berpotensi melukai para pengumpul, bahkan bisa menyebabkan cedera. Melihat permasalahan ini, timbul gagasan untuk merancang alat penekan kaleng yang lebih efektif. Alat ini diharapkan mampu menekan 800 kaleng dalam waktu satu jam. Meskipun begitu, hasil ini masih dirasa kurang efektif dan efisien mengingat jumlah limbah kaleng yang besar.

Mesin pres (*pressing machine*) adalah alat yang diciptakan khusus untuk menghasilkan lembaran logam serta membengkokkan lembaran logam dengan sudut tertentu sesuai kebutuhan. Proses mekanis pada mesin ini melibatkan pergerakan ram yang kemudian ditransmisikan ke cetakan pres (*press dies*) untuk mendorong lembaran logam, membentuknya, dan –dalam beberapa kasus– memotong sesuai bentuk cetakan pres yang digunakan. Mesin pres memiliki beberapa jenis yang ada di dunia industri antara lain: (1) mesin pres manual, yang mengandalkan tenaga manusia untuk mengoperasikannya, dan (2) mesin pres hidrolik, yang beroperasi berdasarkan Hukum Pascal.

Bahan mentah kaleng minuman ringan adalah aluminium. Logam aluminium digunakan untuk kaleng minuman ringan sebagian besar terdiri dari aluminium, namun juga mengandung beberapa jenis logam lain. Beberapa logam tambahan tersebut meliputi magnesium, mangan, baja, silikon, dan tembaga (AlSaffar dan Bdeir, 2008)

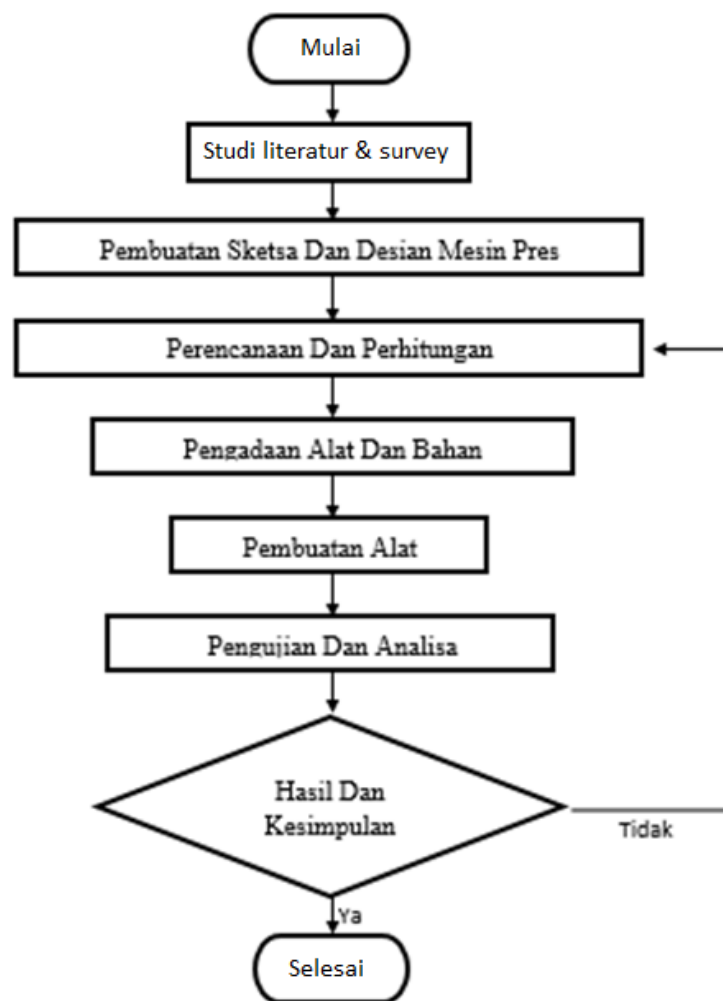
Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai logam (Totten dan Mackenzie, 2003). Kekuatan mekaniknya sangat meningkat dengan penambahan tembaga (Cu), magnesium (Mg), silikon (Si), mangan (Mn), Seng (Zn), dan nikel (Ni). Secara terpisah atau bersama-sama unsur-unsur tersebut juga memperbaiki sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, dan koefisien pemuaian rendah. Material ini digunakan secara luas, bukan saja untuk peralatan rumah tangga namun juga untuk material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi (Surdia & Saito, 2000).

Mempertimbangkan masalah-masalah tersebut di atas, dalam riset ini dikembangkanlah alat penekan kaleng yang menggunakan dua beban sebagai penekan kaleng, dengan harapan dapat meningkatkan jumlah penekanan dalam waktu singkat. Perencanaan rancang bangun ini diawali dengan bantuan *software CAD (Computer Aided Design)* yaitu sebuah perangkat lunak otomatisasi yang menggunakan berbagai alat desain dengan komputer yang membantu insinyur, arsitek dan profesional lain dalam keperluan perencanaan. Perencanaan awal dengan menggunakan CAD dapat membantu penulis dalam beberapa hal penting seperti menghitung, menganalisa bahkan menganimasikan desain rancang bangun secara digital. Sebelum pembuatan mesin, dilakukan uji coba awal untuk mengetahui besarnya gaya pengepresan pada kaleng minuman bekas. Dari hasil percobaan dapat diperkirakan gaya maksimal (F_{max}) yang diperlukan. Kemudian nilai torsinya dapat diketahui sehingga dengan menggunakan putaran motor yang ditentukan maka kita dapat memilih daya motor yang diperlukan.

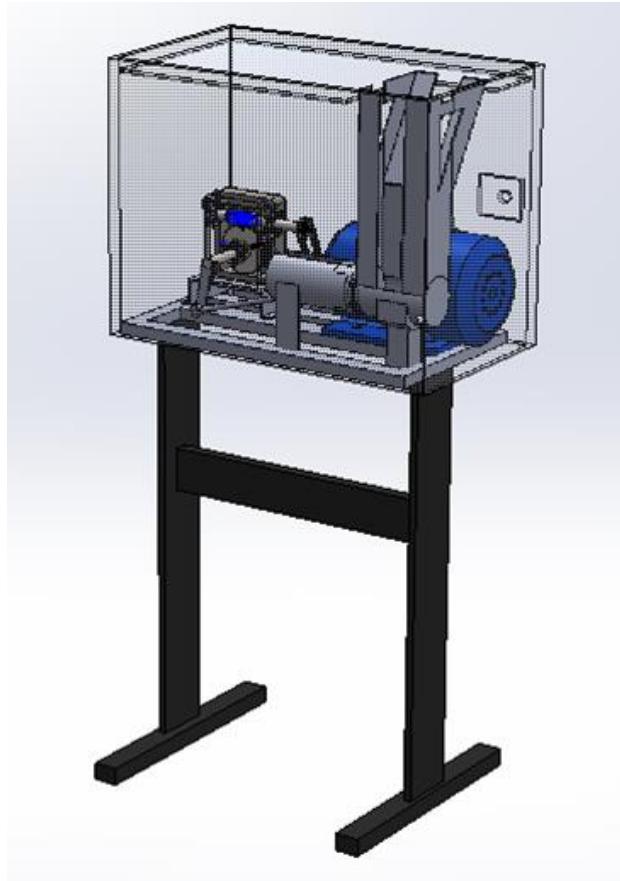
Metode

Dalam penelitian ini, untuk merancang dan membuat mesin press yang memperkecil ukuran volume sampah kaleng aluminium bekas minuman dilakukan tahapan-tahapan kegiatan seperti yang dilukiskan dalam diagram alir pada Gambar 1. Observasi dan survei dilakukan di lokasi pengepul kaleng bekas di Desa Mengger Girang, Kecamatan Bandung Kidul Kotamadya Bandung.

Dalam proses perancangannya, pembuatan desain dan analisa kekuatan statik system yang dirancang dilakukan dengan mempertimbangkan kerja peneliti-peneliti terdahulu (Sukoco, 2016; Okky, 2019; Kurniawan dan Adiansah, 2017; Kurniawan, 2017; He, 2006) dan menggunakan salah *software* CAD yaitu SolidWorks 2018. *Software* ini memiliki fitur yang cukup lengkap dan banyak dipakai dalam dunia desain dan analisis kekuatan strukturnya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



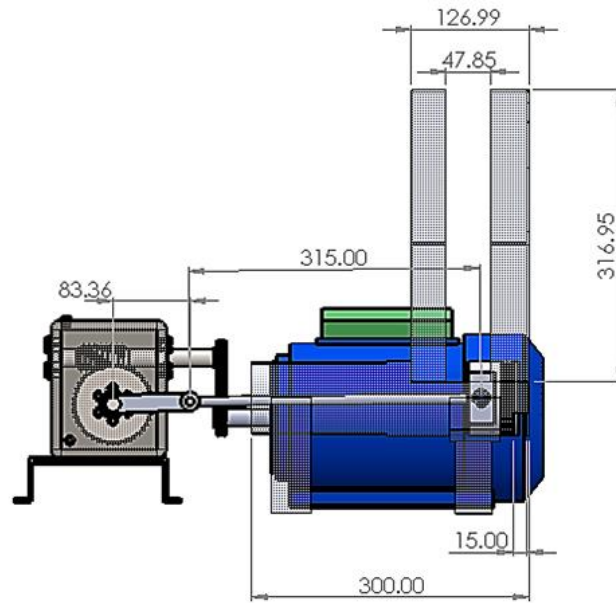
Gambar 2. Gambar desain mesin pres kaleng minuman

Hasil dan Pembahasan

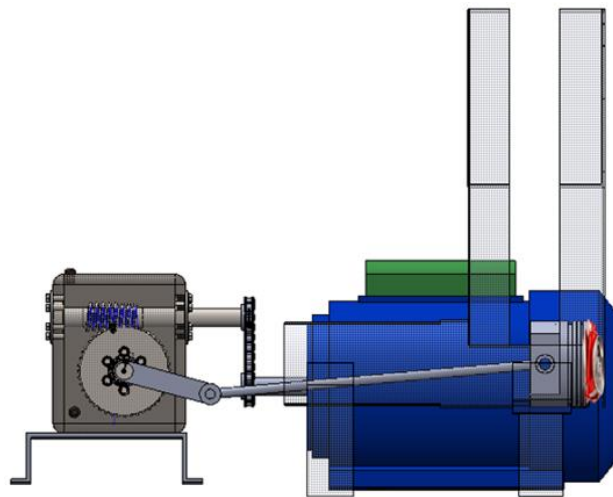
Hasil. Hal yang pertama dilakukan pada penelitian ini adalah menentukan panjang langkah. Gambar 3 menunjukkan keadaan posisi *hopper* dan beban sesudah pengepresan. Dalam gambar ini dapat diketahui bahwa kaleng memiliki panjang dan diameter berturut-turut sebesar 115 mm dan 63 mm. Mengingat bahwa panjang kaleng adalah 115 mm, maka lebar dari *hopper* direncanakan adalah sebesar 127 mm. Jika jarak bebas piston –piston pemukul– direncanakan sebesar sekitar 51 mm maka panjang langkah total yang diperlukan untuk melakukan pengepresan akan sebesar 127 mm + 51 mm = 178 mm.

Gambar 4 menunjukkan posisi piston pada akhir pemotongan. Dari gambar ini diketahui bahwa pada saat garis lurus pemukul dengan batang penghubung (*connecting rod*) membentuk sudut 15° yang berkaitan dengan posisi beban atau piston pemukul setelah mengepres kaleng. Hubungan antara torsi T dan gaya F_1 ataupun F_2 adalah sebagai berikut:

$$T = F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2 \quad (1)$$



Gambar 3. Posisi *hopper* dan beban sesudah pengepresan



Gambar 4. Posisi akhir pemotongan

Dengan demikian,

$$\begin{aligned}
 T &= F_1 \cdot r_1 \\
 &= 1333\text{kgf} \cdot 91.26\text{mm} \\
 &= 121649\text{kgf} \cdot \text{mm} \\
 T &= F \cdot r_2 \\
 F_2 &= \frac{T}{r_2} \\
 F_2 &= \frac{121649\text{kgfmm}}{82,03\text{mm}} \\
 F_2 &= 1,482\text{kgf} \\
 F_i &= F_2 \cdot \cos \alpha \\
 &= 1,482\text{kgf} \cdot \cos 27^\circ \\
 &= 1,32 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

Hubungan antara daya motor P dalam kW, torsi T dalam kgf·mm, dan kecepatan putaran n dalam rpm adalah

$$P_1 = \frac{T \cdot n}{9,74 \cdot 10^5} \quad (2)$$

Dengan torsi yang timbul sebesar $T = 121649$ kgf·mm maka keperluan daya motor akan sebesar

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{121649 \text{ kgf} \cdot \text{mm} \cdot 35}{9,74 \cdot 10^5} \\ P_1 &= 0.2128 \text{ kW} \\ P_1 &= 0.2853 \text{ HP} \end{aligned}$$

Menyesuaikan dengan spesifikasi motor yang ada di pasar, maka untuk keperluan motor pres dalam penelitian ini dipilih motor dengan daya sebesar 0,5 HP.

Tegangan normal Tarik yang terjadi di *connecting rod*, dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{(d \cdot t - b \cdot t)} \quad (3)$$

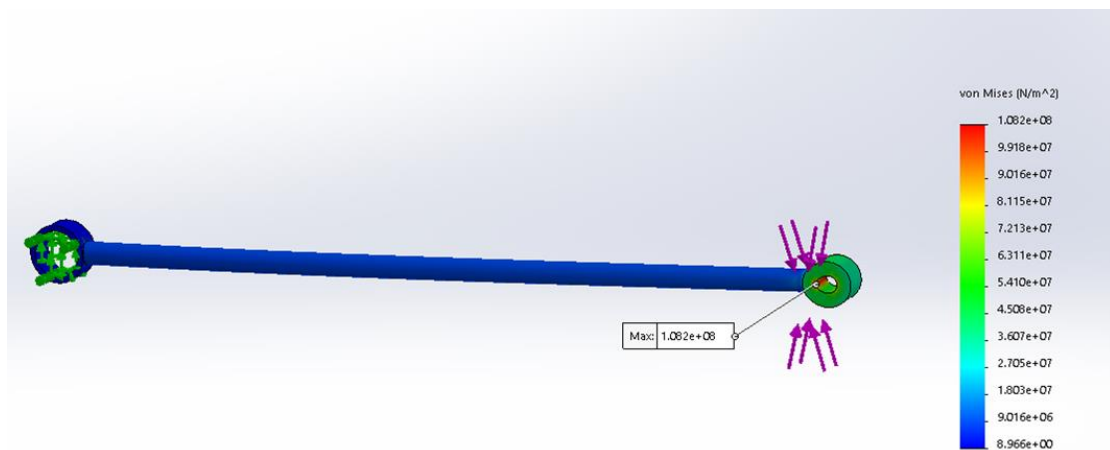
Tegangan ini tentu saja tidak boleh melebihi tegangan yang diijinkan, atau

$$\sigma_t \leq \left| \frac{\sigma_{yp}}{N} \right| \quad (4)$$

di mana σ_{yp} adalah kekuatan *yield* bahan yang digunakan dan N adalah factor keamanan yang direncanakan dalam desain. Dengan demikian,

$$\begin{aligned} \frac{F}{(d \cdot t - b \cdot t)} &\leq \left| \frac{\sigma_{yp}}{N} \right| \\ \frac{1333 \text{ kgf}}{(20 \cdot 10 - 9,10 \cdot 10) \text{ mm}^2} &\leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5} \\ \frac{1333 \text{ kgf}}{200,0 - 91,0} &\leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5} \\ \frac{1333 \text{ kgf}}{109,0 \text{ mm}^2} &\leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5} \\ 12,229 \text{ kgf/mm}^2 &\leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5} \\ 30,572 \text{ kgf/mm}^2 &\leq \sigma_{yp} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan terhadap tegangan tarik pada *connecting rod* sebesar 30,6 kgf/mm². Harga ini lebih rendah dari $\sigma_{yp} = 66$ kgf/mm². Dapat disimpulkan bahwa bahan tetap dalam kondisi aman.



Gambar 5. Analisa kekuatan *connecting rod* menggunakan *Solidworks*

Berdasarkan gambar di atas dapat diasumsikan bahwa batang penghubung mampu atau aman untuk diberi tekanan yang dibutuhkan untuk menekan kaleng yang hanya memiliki kekuatan kompresi di dalam ruang pres sebesar 1929,357 N/m².

Selanjutnya menghitung perencanaan lengan ayun *gearbox*

$$\frac{F}{(d.t - b.t)} \leq \left| \frac{\sigma_{yp}}{N} \right|$$

$$\frac{1333 \text{ kgf}}{(18,8 \cdot 6 - 9 \cdot 6) \text{ mm}^2} \leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5}$$

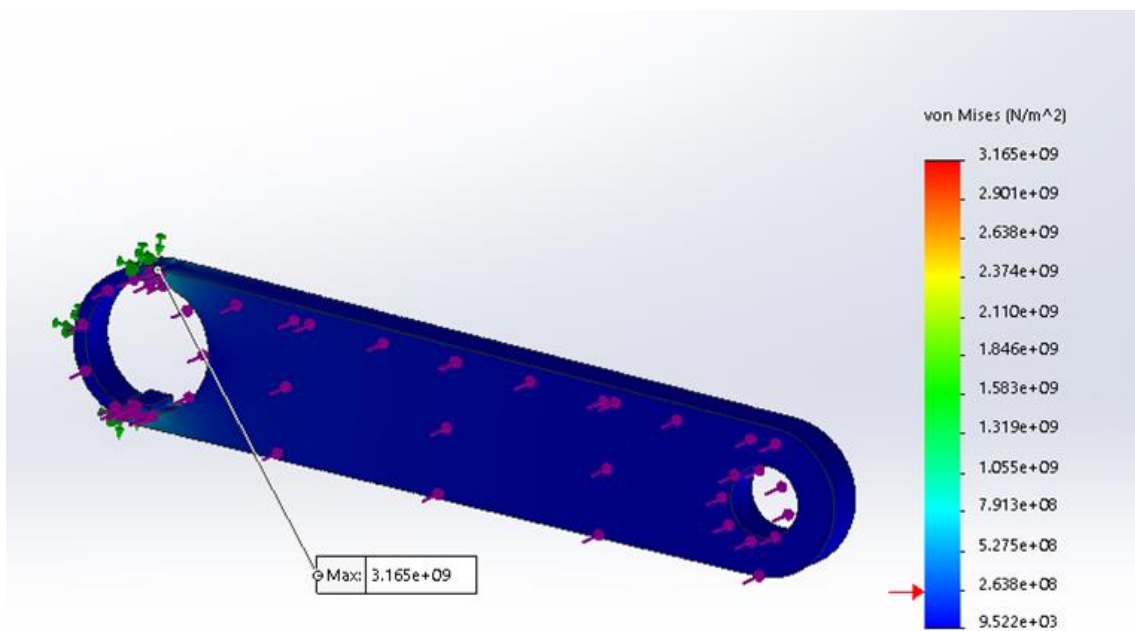
$$\frac{1333 \text{ kgf}}{112,8 - 54} \leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5}$$

$$\frac{1333 \text{ kgf}}{58,8 \text{ mm}^2} \leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5}$$

$$22,67 \text{ kgf/mm}^2 \leq \frac{\sigma_{yp}}{2,5}$$

$$56,76 \text{ kgf/mm}^2 \leq \sigma_{yp}$$

Berdasarkan perhitungan, tegangan tarik pada lengan ayun adalah sebesar 56,8 kgf/mm². Harga ini masih kurang dari $\sigma_{yp} = 66 \text{ kgf/mm}^2$, maka dapat disimpulkan bahwa bahan masih dalam kondisi aman.



Gambar 6. Analisa kekuatan lengan ayun menggunakan *SolidWorks*

Berdasarkan hasil di Gambar di atas dapat diasumsikan mampu atau aman pada saat terjadinya kompresi yang dibutuhkan untuk menekan kaleng hanya sebesar 1929,357 N/m².

Selanjutnya menganalisa kekuatan rangka,

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

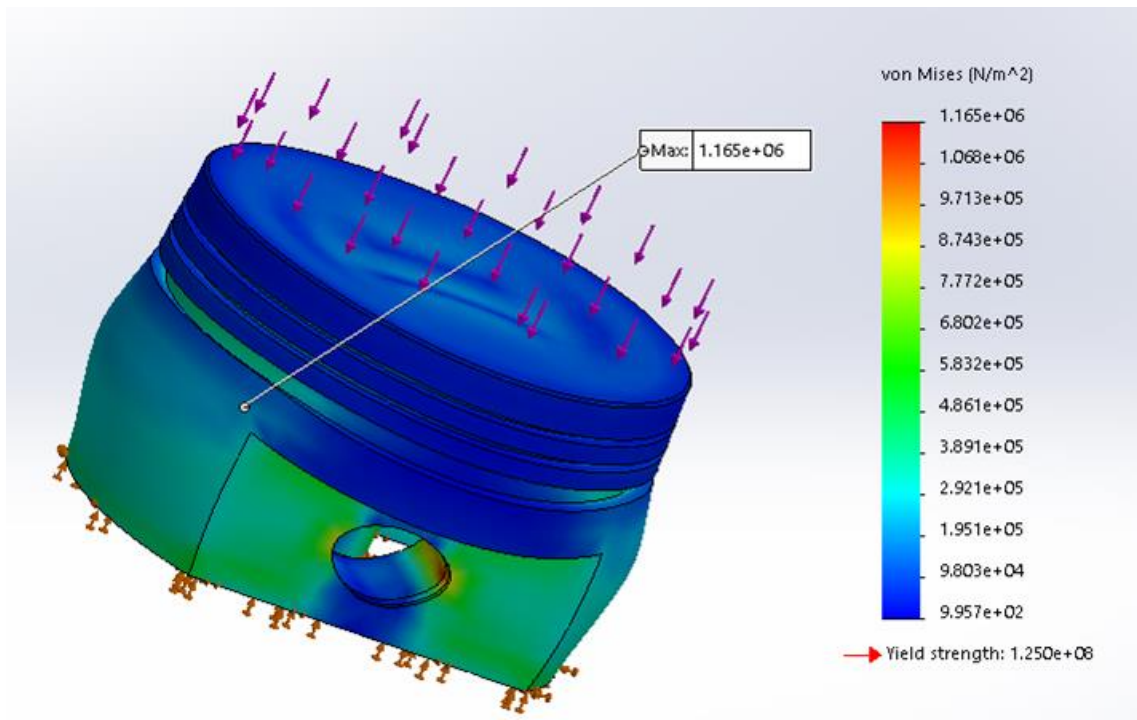
$$\sigma = \frac{18,5 \text{ Kg} \cdot 9,8}{0,80 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = \frac{181,3 \text{ N/m}^2}{0,80 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 226,625 \text{ N/m}^2$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa kekuatan rangka untuk menahan pembebanan dari komponen yang terpasang di rangka mesin dapat diasumsikan aman, karena berdasarkan perhitungan kekuatan rangka memiliki nilai 226,6 N/m² yang tentu lebih besar dari nilai minimal perhitungan total semua komponen yang terpasang pada rangka tersebut yaitu 181,3 N/m².

Bila dibandingkan dengan material piston tempa, maka komposisi antara piston hasil tempa berbeda pada jumlah kandungan Cu, Mg dan Ni. Pada piston tempa, kandungan Cu lebih besar yaitu 4,182 %, sedangkan piston cor 1,139 %. Hasil uji kekerasan produk piston yang dibuat dengan tempa memiliki nilai kekerasan rata-rata lebih tinggi sebesar 14,9% dibanding produk piston cor yaitu sebesar 139,2 HV (Hardness Vickers) (produk tempah) dan 121,1 HV (produk tempa).



Gambar 7. Analisa kekuatan piston dengan *SolidWorks*

Berdasarkan gambar diatas dengan analisa menggunakan software *SolidWorks* 2018 didapat bahwa tegangan maksimal von misses piston memiliki nilai 1,17 MPa. Dengan hasil demikian dapat simpulkan bahwa piston yang akan digunakan untuk mesin pres ini mampu atau aman untuk digunakan sebagai komponen penekan.

Pembahasan

Metode percobaan. Kaleng akan dipres dengan cara meletakkan beban di atas kaleng. Beban

yang diberikan akan mengepres kaleng karena melebihi dari kekuatan material kaleng. Besarnya nilai pemberat merupakan besarnya gaya pres kaleng.

Penelitian ini menggunakan data pengepresan dari penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan dan Adiansah, 2017). Diketahui bahwa gaya yang dibutuhkan untuk mengepres kaleng sebesar 34 kgf. Maka dapat dihitung besarnya tegangan kompresi menggunakan rumus:

$$\sigma_c = F/A \quad (5)$$

dimana σ_c adalah tegangan kompresi kaleng, F adalah gaya pres kaleng, dan A adalah luasan kaleng. Dengan menggunakan persamaan (5) akan dihasilkan

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{F}{A} \\ \sigma_c &= \frac{34\text{kgf} \cdot 9,8}{\pi(r_0^2 - r_1^2)} \\ \sigma_c &= \frac{34\text{kg} \cdot 9,8}{3,14 \cdot (0,325^2 - 0,225^2)\text{m}^2} \\ \sigma_c &= \frac{34\text{kg} \cdot 9,8}{3,14 \cdot (0,105625 - 0,050625)\text{m}^2} \\ \sigma_c &= \frac{34\text{kg} \cdot 9,8}{3,14 \cdot (0,055)\text{m}^2} \\ \sigma_c &= \frac{34\text{kg} \cdot 9,8}{0,1727\text{m}^2} \\ \sigma_c &= 1929,357 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan tegangan kompresi 1,93 kPa. Hasil kompresi yang sudah didapat akan menjadi acuan untuk menentukan material yang akan dipakai untuk menjadi wadah dari botol kaleng.

Simulasi pada wadah botol mesin pres menggunakan material *ASTM A36 steel*. Material ini mempunyai daya tahan yang kuat, harga relatif terjangkau, dan mudah dijumpai di pasaran. Nilai kekuatan luluhnya (*yield strength*) sebesar 250 MPa dengan *von mises stress* maksimal sebesar 1.2748 N/m² di ujung tumpuan penekanan maka dapat disimpulkan wadah mesin pres botol kaleng dikatakan aman untuk menahan beban kompresi yang akan terjadi di dalam ruang pres 1,93 kPa. Maka dapat disimpulkan tegangan tegangan kompresi yang terjadi lebih kecil dari tegangan *yield*-nya, atau $\sigma_c \leq \sigma_{yp}$.

Metode analisa Solidwork. Analisa yang didapatkan dari hasil-hasil di SolidWorks diketahui bahwa di posisi awal *connecting rod* akan menekan kaleng di sudut 75° dengan kekuatan tekan sebesar 12777 Pa atau sebesar 1333 kgf/m² dan di posisi dengan sudut 15° di titik akhir *connecting rod* menekan kaleng didapat hasil tekanan sebesar 48.372 N/m² atau 4.935 kgf/m².

Kesimpulan

Dalam penelitian ini telah dibuat konsep dan desain rancang bangun mesin pres kaleng 330 ml. Rancangan dilakukan melalui proses amati, tiru, dan modifikasi dari alat yang telah ada dengan bantuan *software* SolidWorks 2018 dalam analisa tegangan yang terjadi di dalamnya. Motor yang digunakan adalah motor 0,5 HP dengan putaran sebesar 1400 rpm yang ditambah komponen dimmer untuk mengatur putaran dinamo dengan torsi sebesar 1333 kgf·mm. Nilai tekanan pada lengan ayun memiliki nilai tekanan 3.1659 N/m² yang dapat diasumsikan mampu atau aman pada saat terjadinya kompresi yang dibutuhkan untuk menekan kaleng hanya sebesar 1929,357 N/m². Kapasitas mesin sama dengan jumlah putaran yang dihasilkan dari putaran *gear box reducer* yaitu sekitar 60-62 kaleng/menit.

Daftar Pustaka

- AlSaffar, K. A., dan Bdeir, L. M. H. (2008). *Recycling Of Aluminum Beverage Cans. Journal Of Engineering And Sustainable Development*, 12(3).
- He, M. B. (2006). *Analysis Of The Recycling Method For Aluminum Soda Cans*. Disertasi. Faculty Of Engineering And Surveying, University Of Southern Queensland.
- Kadir, F. A. (2015). *Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng Aluminium 330 ml*. Politeknik Sriwijaya.
- Kurniawan, S. (2017). *Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng minuman 330 ml Dengan Penahan Yang Diberi Alur*. Tugas Akhir – Tm 145648, 11-15.
- Kurniawan, S., dan Adiansah, R. R. (2017). *Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng Minuman 330 ml Dengan Penahan Yang Diberi Alur*. Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Produksi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Okky (2019). *Perancangan Mesin Alat Penekuk Ring Pondasi Beton (Begel) Kapasitas 30 pcs/menit Menggunakan Sistem Pneumatik*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sukoco (2016). *Perencanaan Mesin Press Hidrolik Botol Mineral Bekas Kapasitas 3,5 Ton*. Univeritas Nusantara PGRI Kediri.
- Surdia, T., dan Saito, S. (2000). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita Jakarta.
- Totten, dan Mackenzie. (2003). *Handbook of Aluminium. In: Physical Metallurgy and Processes*. Marcel Dekker, New York, pp. 66-73.