



Desain Alat Press Kaleng Minuman Portabel Berbasis Mikrokontroler

Tino Suhaebri^{1*}, Asma Ainuddin², Aan Agustiawan³, M. Rezaldi Pratama⁴, Sri Wahyuni⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Listrik dan Instalasi, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

*Email : tinosuhaebri@akom-bantaeng.ac.id

Abstract: The large amount of scattered cans in the environment causes a decline in aesthetics and poses a potential risk of injury when these cans are stepped on or hammered to reduce their volume. This study aims to design and build an Arduino-based can press that can reduce the volume of aluminum cans from 11.6 cm to 4 to 5 cm safely and efficiently. The methods used include literature review, frame design, electrical circuit design, and software development to control the pressing process. Tests were conducted on the sensor, voltage, current, and pressing results. The test results show that the infrared sensor detects cans at a distance of 1 to 11 cm, and the stepper motor activates when the sensor detects a can, stopping when the activation delay ends and immediately reversing the motor's direction. The average pressing time is 7.9 seconds, with a pressing capacity of up to 455 cans per hour. The power used during pressing is 56.5 W, with an energy consumption of 0.0565 kWh for 455 cans. In conclusion, the designed can press works well, reduces can volume efficiently and safely, and has the potential to reduce environmental can waste with good energy efficiency.

Keywords: environmental; can press; volume; motor; energy efficiency

1. PENDAHULUAN

Limbah kaleng, terutama yang terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya, termasuk jenis limbah yang tidak dapat terurai secara alami. Keberadaan limbah kaleng yang berserakan sering kali merusak keindahan lingkungan yang seharusnya asri. Namun, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan daur ulang, sampah kaleng kini menjadi salah satu jenis barang yang dicari oleh para pemulung. Mereka mengumpulkannya untuk dijual ke pengepul barang bekas yang kemudian diolah kembali di pabrik untuk dijadikan bahan baru dapat menghasilkan aluminium berkualitas lebih baik dan mengurangi dampak lingkungan, terutama emisi CO₂ (Uchida, 2000).

Dalam proses daur ulang kaleng, terutama ketika pengepresan dilakukan secara manual, masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi perhatian serius. Banyak pekerja yang melakukan pengepresan dengan cara menginjak atau memukul kaleng menggunakan palu untuk mengurangi volumenya. Metode manual ini memiliki potensi bahaya yang signifikan. Penggunaan palu atau penginjakan tanpa perlindungan yang memadai dapat menyebabkan cedera serius, seperti luka akibat serpihan kaleng yang tajam, memar, hingga risiko tulang terkilir atau patah karena tekanan berlebihan.

Salah satu manfaat utama dari daur ulang kaleng aluminium adalah kemampuannya untuk menghasilkan aluminium sulfat, yang kemudian dapat diolah menjadi tawas, bahan yang berguna dalam proses penjernihan air (Rihardo Yakob dkk., 2019). Dengan teknologi yang tepat, kaleng-kaleng bekas minuman ringan dapat dimanfaatkan kembali secara lebih efektif. Selain itu, bubuk aluminium yang dihasilkan dari pengolahan limbah kaleng juga dapat digunakan untuk menghasilkan hidrogen melalui reaksi hidrolisis yang ramah lingkungan dan rendah polusi (Yang dkk., 2019).

Berbagai inovasi alat pengepres kaleng telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan proses pengepresan kaleng. Salah satu inovasi terbaru adalah alat pengepres kaleng otomatis berbasis Arduino Uno yang menggunakan aktuator pneumatik dan sensor proximity. Pada tahun 2019, Moliza dkk. mengembangkan alat ini untuk mendeteksi keberadaan kaleng yang akan diproses dan menjalankan pengepresan secara otomatis. Namun, kelemahan alat ini adalah belum adanya fitur sensor berat yang dapat mengukur berat kaleng setelah dipres, sehingga hasil pengepresan tidak dapat diverifikasi secara langsung dalam hal konsistensi berat kaleng (Moliza dkk., 2019).

Di tahun yang sama, Budi dkk. merancang mesin pengepres kaleng untuk ukuran 330 mL dengan komponen utama berupa motor AC berdaya 0,5 HP dan gearbox. Mesin ini juga dilengkapi dengan plat penahan yang menggunakan alur untuk mengurangi gaya pengepresan hingga 272,5 watt. Mesin ini dikendalikan dengan tombol on/off dan tombol darurat, dan penggunaan plat beralur memastikan bahwa kaleng tidak rusak selama pengepresan, sekaligus meningkatkan efisiensi pengepresan secara signifikan (Budi Luwar Sanyoto dkk., 2019).

Pada tahun 2022, Stiyono dkk. mengembangkan alat pengepres kaleng bekas yang mampu memproses hingga 70 kaleng per menit, atau setara dengan 4200 kaleng per jam, yang 6 kali lebih cepat dibandingkan pengepresan manual. Alat ini menggunakan motor listrik berkapasitas 1400 rpm yang dihubungkan dengan gearbox rasio 1:40. Rangka alat dibuat dari besi hollow, dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 75 cm, dan tinggi 85 cm, yang didesain ergonomis untuk mempermudah operasional pengguna (Stiyono dkk., 2022).

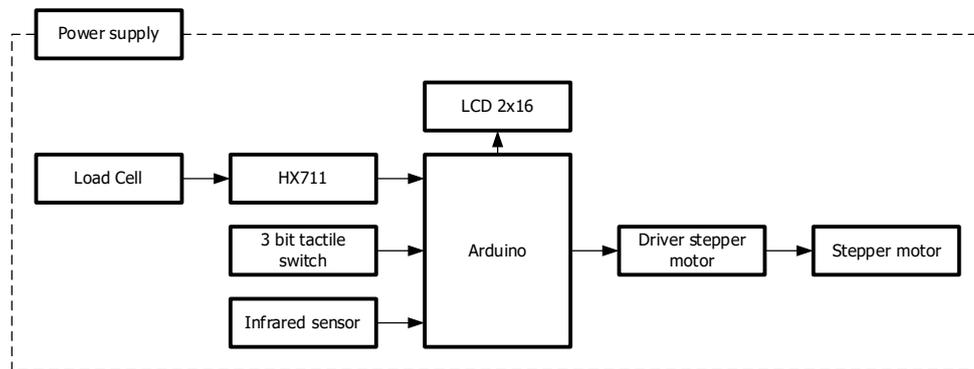
Berbeda dengan inovasi-inovasi sebelumnya, alat pengepres kaleng otomatis berbasis Arduino Uno yang kami kembangkan dilengkapi dengan sensor berat digital yang memungkinkan pengukuran berat kaleng setelah dipres secara otomatis. Fitur ini tidak hanya meningkatkan akurasi pengepresan tetapi juga memudahkan dalam pengontrolan kualitas hasil akhir. Dengan kombinasi linear aktuator, sensor proximity, dan sensor berat, alat ini diharapkan memberikan solusi yang lebih cerdas dan efisien dalam industri daur ulang kaleng.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Perancangan Sistem

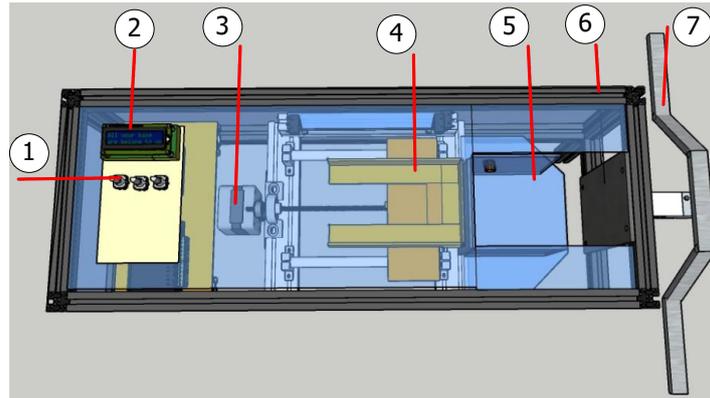
Diagram rancangan sistem kendali diperlihatkan pada Gambar 1 yang terdiri dari komponen utama antara lain: 1) Power Supply berfungsi sebagai sumber tegangan yang

mendukung pengoperasian seluruh komponen system, termasuk Arduino, motor stepper, sensor, dan LCD; 2) Load Cell adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berat kaleng; 3) HX711, modul penguat yang memperbesar sinyal dari Load Cell sehingga dapat diproses oleh mikrokontroler; 4) 3-bit Tactile Switch, tombol manual yang digunakan untuk memberikan input guna mengontrol fungsi atau mengatur parameter system; 5) Infrared Sensor, mendeteksi keberadaan atau jarak suatu objek, misalnya untuk mendeteksi posisi kaleng di alat; 6) LCD 2x16, syste yang menampilkan informasi seperti hasil pengukuran atau status system; 7) Arduino, berperan sebagai mikrokontroler utama yang mengoordinasikan semua komponen dengan memproses input dari sensor dan mengirimkan instruksi ke system; 8) Driver Stepper Motor, mengatur arus system ke Stepper Motor sehingga motor dapat bergerak secara presisi dan menjalankan mekanisme penekanan kaleng sesuai dengan instruksi dari Arduino. Sistem ini dirancang untuk beroperasi secara otomatis dan terintegrasi secara efektif, dengan sensor yang mendeteksi dan memproses kaleng melalui mekanisme otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Rancangan mekanikal untuk sistem pengepresan kaleng ditunjukkan pada Gambar 2, yang terdiri dari: 1) Tactile Switch; 2) LCD; 3) Stepper Motor dengan pulley GT2 16T; 4) Pendorong Kaleng yang berfungsi untuk mendorong kaleng ke mekanisme pengepresan yang terdiri dari lead screw 8 mm dengan pitch 2mm dengan pulley yang terpasang adalah pulley GT2 40T; 5) Landasan Pendorong Kaleng sebagai tempat kaleng diposisikan dan menahan tekanan dari pendorong; 6) Frame Aluminium rangka yang mendukung struktur alat yang menggunakan aluminium profil; 7) Penyangga Penampung Kaleng sebagai tempat untuk memposisikan plastic penampungan kaleng yang telah di pres.



Gambar 2. Rancangan Mekanikal

2.2. Metode Pengujian dan Analisis

Analisis dan pengujian dilakukan dengan tujuan untuk memastikan yang dilakukan pada system antara lain setiap komponen dalam sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi dan mampu memberikan hasil yang optimal dalam memproses kaleng minuman secara otomatis. Analisis dilakukan berdasarkan beberapa parameter, seperti waktu siklus pengepresan, jumlah kaleng yang diproses per satuan waktu, akurasi pengukuran berat kaleng, efisiensi energi sistem, kecepatan rotasi motor stepper, dan gaya tekan yang dihasilkan pada kaleng.

Pengujian diawali dengan uji fungsi komponen individu untuk memastikan semua komponen bekerja secara optimal. Setelah uji fungsi individu, dilakukan uji integrasi untuk memastikan bahwa mikrokontroler mampu mengendalikan semua komponen dan menjalankan proses pengepresan kaleng secara otomatis. Skenario pengujian juga mencakup uji kinerja keseluruhan alat, di mana alat diuji selama periode waktu tertentu untuk mengukur kecepatan siklus pengepresan dan jumlah kaleng yang diproses.

Akurasi pengukuran load cell pada penampungan kaleng menggunakan persamaan (Alfian dkk., 2022):

$$\Delta(\%) = \left(\frac{|x_s - x_v|}{x_s} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$akurasi(\%) = 100 - \Delta(\%)$$

Dimana, $\Delta(\%)$ adalah nilai kesalahan relative, x_s adalah hasil pengukuran, x_v adalah hasil sebenarnya.

Waktu rata-rata satu siklus pengepresan dihitung dengan menggunakan persamaan waktu siklus *workstation* (Turpin, 2018):

$$C = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Dimana, C merupakan waktu rata-rata untuk satu siklus pengepresan, P adalah waktu pengepresan per kaleng, dan S adalah jumlah siklus yang diuji.

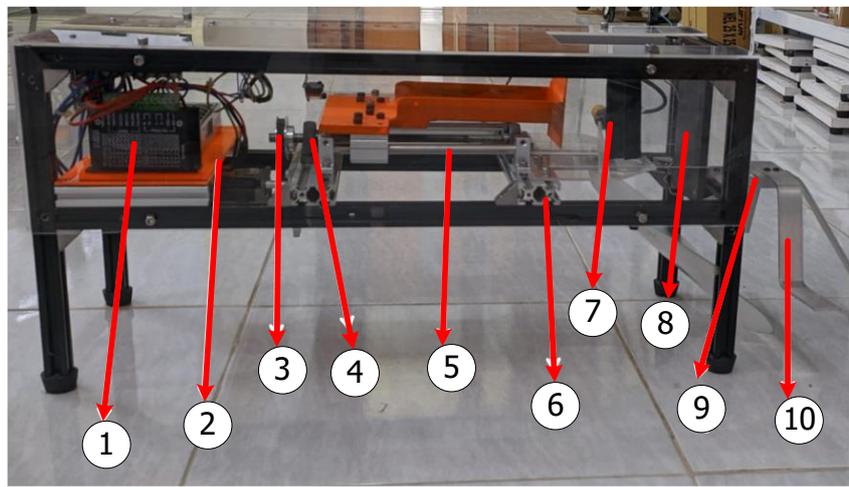
Pengujian jumlah kaleng per satuan waktu (ρ) dilakukan untuk mengukur kapasitas alat, dengan menggunakan persamaan *throughput* (Sun dkk., 2016):

$$\rho = \frac{3600}{T_{line}} \quad (3)$$

Dimana, T_{line} adalah siklus pengepresan yang didapat dari Persamaan 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pembuatan Hardware



Gambar 3. Hasil Pembuatan Alat Pres Kaleng

Hasil pembuatan alat pres kaleng ditunjukkan pada Gambar 3, yang terdiri dari: 1) Rangkaian kendali dan driver motor sebagai pengatur utama sistem; 2) Dudukan motor stepper; 3) *Pulley* aktuator dan 4) Dudukan *pulley* yang berfungsi untuk mentransfer gerakan putaran motor stepper ke tuas *linear* aktuator; 5) *Linear bearing* aktuator sebagai dudukan pergerakan linear aktuator; 6) Dudukan inlet kaleng untuk menempatkan kaleng yang akan dipres; 7) Sensor infrared digunakan untuk mendeteksi keberadaan kaleng dalam ruang pres; 8) Pelat penahan kaleng; 9) *Load cell*; dan 10) Dudukan penampung hasil pres yang menampung kaleng setelah proses pengepresan selesai.

3.2. Pengujian dan Analisis

3.2.1. Pengujian Aktuator

Pengujian actuator dilakukan dengan cara memberikan sinyal putaran CW ke motor stepper untuk pergerakan maju actuator atau proses pengepresan, dan memberikan sinyal CCW untuk pergerakan mundur actuator atau proses melepaskan hingga kaleng ter-pres sempurna. Sinyal pulsa yang diberikan bervariasi antara 100 pps (pulse per step) hingga 1000 (pps). Hasilnya diperlihatkan pada Tabel 1.

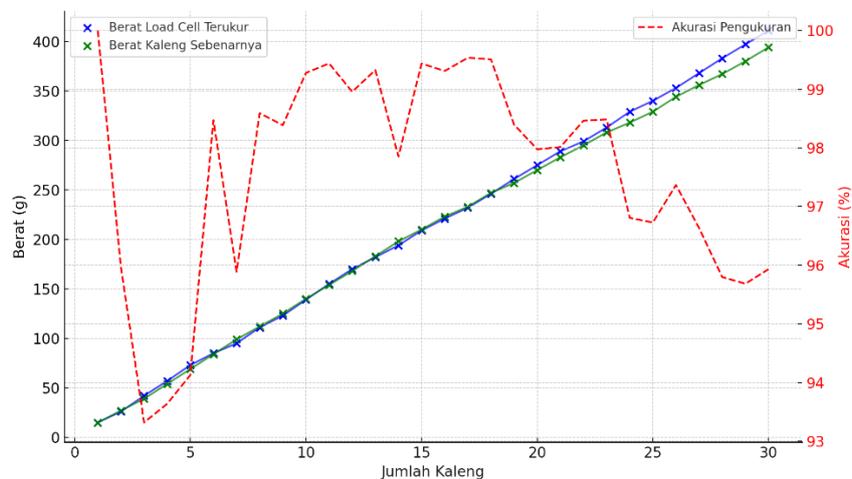
Tabel 1. Pengujian Linear Aktuator

Pulsa Motor Stepper	Kecepatan Linear Aktuator	Kondisi Kaleng
100 pps	3 mm/s	Terpres Sempurna
200 pps	6 mm/s	Terpres Sempurna
300 pps	9 mm/s	Terpres Sempurna
400 pps	13 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
500 pps	16 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
600 pps	19 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
700 pps	22 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
800 pps	25 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
900 pps	28 mm/s	Tidak Terpres Sempurna
1000 pps	31 mm/s	Tidak Terpres Sempurna

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kaleng dapat terpres dengan baik ketika motor stepper menerima pulsa antara 100 hingga 300 pulsa per langkah (PPS). Selain itu, terlihat pula bahwa kecepatan linear aktuator meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pulsa yang diberikan.

3.2.2. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian *load cell* dilakukan dengan memberikan beban kaleng yang telah di pres pada penampungan kaleng dengan berat bervariasi antara 10 hingga 30 kaleng. Nilai load cell terukur dan berat kaleng sebenarnya ditampilkan pada grafik Gambar 3. Nilai akurasi dihitung berdasarkan Persamaan 1.



Gambar 4. Hasil Pengujian *Load Cell*

Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara berat load cell terukur (x_s) dan berat kaleng sebenarnya (x_p) terhadap jumlah kaleng, dengan akurasi pengukuran yang

ditampilkan di sumbu sekunder. Nilai x_s dan x_v meningkat secara linear seiring bertambahnya jumlah kaleng dari 1 hingga 30 kaleng. Nilai x_s berkisar dari 15 gram untuk 1 kaleng hingga sekitar 400 gram untuk 30 kaleng. Terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara nilai x_v dan x_s . Akurasi pengukuran menunjukkan fluktuasi dengan nilai maksimum sekitar 100% pada awal pengukuran, kemudian menurun secara bertahap hingga sekitar 96% saat mendekati jumlah 30 kaleng. Nilai akurasi masih berada pada batas yang dapat diterima dan hal ini menunjukkan bahwa load cell memiliki kinerja yang baik dalam mengukur berat kaleng yang telah dipres.

3.2.3. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian system dilakukan dengan menempatkan kaleng pada kotak kaleng dan memulai proses pengepresan. Hasil kaleng yang telah dipres diperlihatkan pada Gambar 5. Kaleng yang dipres adalah kaleng 330ml dengan tinggi 11.6 cm. Setelah dilakukan proses pres, ukuran kaleng menjadi 4-5 cm. Berat kaleng berkisar antara 10 hingga 16 gram.



Gambar 5. Hasil Proses Pres Kaleng

Pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah pengujian untuk mendapatkan waktu rata-rata per satu kali proses pengepresan. Skenario pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengepresan kaleng sebanyak 10 kali. Hasil pengujian di tampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian	Waktu Pengepresan Kaleng
1	8 detik
2	7 detik
3	8 detik
4	8 detik
5	8 detik
6	8 detik
7	8 detik
8	8 detik
9	8 detik
10	8 detik
Total	79 detik

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai rata-rata yang didapat adalah 7.9 detik. Dengan menggunakan persamaan 2, maka waktu rata-rata per satu kali proses pengepresan (C) adalah:

$$C = \frac{P}{S} = \frac{79}{10} = 7.9 \text{ detik}$$

Jika $T_{line} = C$, maka dapat dihitung jumlah kaleng per satuan waktu (ρ) dengan persamaan 3:

$$\rho = \frac{3600}{T_{line}} = \frac{3600}{7.9} = 455 \text{ kaleng/jam}$$

Pengujian daya yang dilakukan selama pengujian menunjukkan bahwa arus (I) saat kondisi standby adalah 0.15 A, sedangkan pada saat melakukan satu kali proses pengepresan adalah 0.25 A. Tegangan (V) sumber yang terukur adalah 226 VAC. Sehingga, daya (P) yang digunakan sistem adalah:

$$P_{standby} = I \times V = 0.15 \times 226 = 33.9 \text{ W}$$

$$P_{running} = I \times V = 0.25 \times 226 = 56.5 \text{ W}$$

Sehingga, energi yang digunakan untuk proses pengepresan 455 kaleng dengan waktu running 1 jam adalah:

$$Energi_{total} = P_{running} \times waktu = 56.5 \text{ W} \times 1 \text{ jam} = 56.5 \text{ Wjam} = 0.0565 \text{ kWh}$$

4. KESIMPULAN

Hasil pembuatan dan pengujian sistem alat pres kaleng menunjukkan bahwa alat ini mampu menjalankan proses pengepresan dengan performa yang baik. Berdasarkan pengujian aktuator, kaleng dapat terpres dengan sempurna pada kecepatan linear aktuator yang berkisar antara 3 mm/s hingga 9 mm/s, dengan pulsa motor stepper antara 100 hingga 300 pps. Kecepatan yang lebih tinggi mengakibatkan kaleng tidak terpres dengan baik. Pada pengujian load cell, hasil pengukuran menunjukkan peningkatan berat yang linear dengan jumlah kaleng, dengan akurasi pengukuran antara 96% hingga 100%. Hal ini menunjukkan bahwa load cell bekerja dengan baik dalam mengukur berat kaleng yang telah dipres.

Selanjutnya, pengujian sistem secara keseluruhan menunjukkan bahwa ukuran rata-rata kaleng setelah dipres adalah 4 hingga 5 cm. Waktu rata-rata untuk mengepres satu kaleng adalah 7.9 detik, yang berarti sistem mampu mengepres hingga 455 kaleng per jam. Pengujian daya menunjukkan bahwa daya yang digunakan saat standby adalah 33.9 Watt dan saat pengepresan adalah 56.5 Watt. Dengan demikian, energi total yang dibutuhkan untuk pengepresan 455 kaleng dalam 1 jam adalah 0.0565 kWh. Hasil-hasil

ini membuktikan bahwa alat pres kaleng yang dirancang memiliki efisiensi tinggi dan performa yang dapat diandalkan dalam aplikasi industri kecil. Disamping itu, alat pres kaleng yang dirancang beroperasi secara otomatis sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja bagi operator.

REFERENSI

- Alfian, R., Wirawan, R., Hudha, L. S., Qomariyah, N., Rahayu, S., & Marzuki, M. (2022). Pemanfaatan Sensor Load Cell Dalam Pembuatan Prototipe Alat Uji Tekan Portabel. *Wahana Fisika*, *3*(1), 82–92. <https://doi.org/10.17509/wafi.v7i1.46990>
- Budi Luwar Sanyoto, Arino Anzip, Suhariyanto, Syamsul Hadi, & Agus Surono. (2019). Penerapan Alur Pada Penahan Mesin Pres Kaleng Minuman 330 mL Untuk Meminimalisasi Besarnya Gaya Dan Daya Pengepresan. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 296–303.
- Groover, M. P. (2016). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4th ed.). Pearson Education.
- Heizer, J., & Render, B. (2017). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (12th ed.). Pearson.
- Moliza, Azhar, & Supri Hardi. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengepresan Kaleng Minuman Otomatis Menggunakan Aktuator Pneumatik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Elektro*, *3*(1).
- Rihardo Yakob, Basri K., Fahrizal, & Manesi Damianus. (2019). Penerapan Sistem Pneumatik Pada Mesin Pres Kaleng Bekas Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, *3*(2), 71–79.
- Stiyono, A., Sujana, I., & Prawatya, Y. E. (2022). Rancang Bangun Alat Pengepres Kaleng Bekas Dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering Dan Metode Kano. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, *6*(1), 18–24. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/1749>
- Uchida, H.-H. (2000). Recycling of Aluminum Products. *Journal of Advanced Science*, *12*(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.2978/JSAS.12.185>
- Yang, H., Zhang, H., Peng, R., Zhang, S., Huang, X., & Zhao, Z. (2019). Highly efficient hydrolysis of magnetic milled powder from waste aluminum (Al) cans with low-concentrated alkaline solution for hydrogen generation. *International Journal of Energy Research*, *43*, 4797–4806. <https://doi.org/10.1002/er.4621>