

Perancangan Alat Kompaksi Sampah Kaleng Minuman sebagai *Smart Recycle System* dilengkapi Kontrol Berbasis *Mikrokontroler*

Riska Tresna N.¹, Undiana Bambang²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Jln Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung 40012
E-mail : riska.tresna.tpkml6@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Jln Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung 40012
E-mail : Undiana.bambang@polban.ac.id

ABSTRAK

Sampah merupakan masalah dunia yang sulit untuk diatasi. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah sampah salah satunya yaitu dengan cara daur ulang. Salah satu upaya untuk mempercepat proses daur ulang yaitu dengan memilah sampah berdasarkan jenisnya. Saat ini, penyumbang sampah terbesar setelah sampah organik merupakan sampah anorganik berupa sampah kemasan. Kaleng alumunium merupakan kemasan yang sering digunakan untuk minuman. Alumunium cukup sulit untuk didegradasi oleh bakteri dan sulit untuk diurai secara alami. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu mengumpulkan sampah kaleng alumunium yang dilengkapi dengan sistem kompaksi untuk mengurangi volume kaleng serta dapat mempercepat proses daur ulang. Melalui penelitian ini, maka akan dibuat sebuah alat kompaksi sampah kaleng dengan kontrol berbasis mikrokontroler. Alat ini merupakan bagian dari *smart recycle system* karena dilengkapi sensor dan tambahan fitur berupa *reward* yang diberikan secara acak setelah mengkompaksi sampah kaleng. Untuk merealisasikan alat ini ada beberapa tahap metodologi yang dilakukan, dimulai dari perencanaan, perancangan konsep, perancangan detail dan pembuatan dokumentasi. Hasil luaran dari tugas akhir ini alat mampu mengkompaksi sampah kaleng alumunium bekas serta dapat mengeluarkan *reward* secara acak dan dilengkapi dengan sensor yang dapat menganalisa material khususnya alumunium.

Kata kunci

Perancangan, alat bantu, recycle, sampah kaleng, reward

1. PENDAHULUAN

Membuang sampah pada tempatnya merupakan suatu kebiasaan yang cukup sulit untuk diterapkan dilingkungan yang tidak biasa melakukan hal tersebut. Bahkan bagi sebagian orang membuang sampah sembarangan sudah menjadi kebiasaan dan menjadi budaya karena telah dilakukan sejak lama dan turun temurun. Butuh satu generasi untuk mengubah pola pikir tersebut. Jangankan untuk membuang berdasarkan jenisnya, membuang sampah pada tempatnya saja masih sangat sulit untuk dilakukan [1]. Berikut potret ketidakpedulian masyarakat dalam membuang sampah pada tempatnya yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sampah yang berserakan di jalanan

Dari Gambar 1 terlihat bahwa sebagian sampah yang berserakan merupakan sampah kemasan. Sampah kemasan merupakan penyumbang sampah terbesar setelah sampah organik [2]. Alumunium merupakan salah satu material yang digunakan untuk kemasan minuman seperti minuman kaleng. Namun, sampah kemasan kaleng merupakan sampah yang sangat sulit untuk didegradasi oleh bakteri dan diurai secara alami. Selain itu, jika kemasan kaleng tercemar dilingkungan dengan jumlah yang banyak dapat mengganggu kelestarian lingkungan [3].

Dalam riset *Sustainable Waste Indonesia* mengungkapkan sebanyak 24% sampah di Indonesia masih banyak yang tidak terkelola. Dari sekitar 65 juta ton sampah yang diproduksi di Indonesia setiap harinya, sekitar 15 juta ton mengotori ekosistem dan lingkungan karena tidak ditangani dengan baik. Dapat diartikan bahwa masih dibutuhkan pengelolaan sampah yang tepat untuk setiap jenis sampah di Indonesia [3].

Kemasan kaleng merupakan jenis kemasan yang sering digunakan untuk makanan ataupun minuman [4]. Material yang digunakan untuk kaleng minuman terbuat dari alumunium dan campuran beberapa jenis logam seperti magnesium, mangan, baja, silikon, dan tembaga. Khusus untuk bagian *body* kaleng

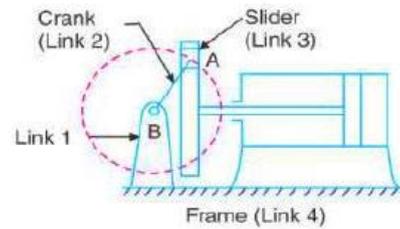
aluminium terbuat dari ASTM 30004 dan untuk tutup kaleng terbuat dari ASTM 5182 [5]. Penggunaan kaleng aluminium terus bertambah selama beberapa tahun. Oleh karena itu, kaleng bekas aluminium harus menjadi pusat perhatian bagi masyarakat untuk didaur ulang selain kaleng baja dan botol plastik. [6]. Maka dari itu, penelitian kali ini akan dibuat alat bantu untuk mengumpulkan sampah kaleng bekas minuman dengan tambahan sistem kompaksi untuk memperkecil volume dari kaleng yang dilengkapi dengan sensor berbasis mikrokontroler.

Penelitian dengan judul alat kompaksi sampah kaleng minuman sebagai *smart recycle system* dilengkapi kontrol berbasis mikrokontroler ini merupakan sebuah alat bantu untuk mengumpulkan sampah kaleng aluminium bekas minuman yang dapat mengompaksi kaleng untuk memperkecil volume serta mempercepat proses daur ulang. Target yang diharapkan dari alat ini yaitu mampu menarik perhatian khalayak ramai untuk membuang sampah pada tempatnya dan berdasarkan jenisnya. Maka untuk menarik perhatian tersebut, alat ini dilengkapi dengan tambahan fitur berupa *reward* yang diberikan secara acak bagi siapapun yang membuang dan mengompaksi sampah kaleng pada alat ini.

Penelitian terkait mesin press kaleng atau lebih dikenal dengan *can crusher* telah banyak dilakukan. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Shinde. S, dan tim tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut hasil observasi menyebutkan bahwa kaleng merupakan bagian terpenting dari sampah yang ada ditempat umum. Tujuan dari [7] yaitu membuat penelitian terkait mesin *can crusher* yaitu untuk mengurangi volume kaleng hingga 65% dan untuk mengurangi biaya transportasi. Menurutnya dengan mendaur ulang dapat menjadi salah satu upaya untuk menyelamatkan bumi. Mekanisme yang digunakan untuk perancangan alat tersebut yaitu mekanisme *crank press* dengan memanfaatkan putaran engkol yang mengubah gerak rotasi menjadi gerak translasi. *Can crusher* yang dibuat termasuk kedalam *type* semi otomatis karena menggunakan penggerak motor listrik untuk mempertahankan rasio reduksi. Dalam proyek yang sedang dikembangkannya hal yang paling difokuskan yaitu terkait teknik fabrikasi. [7]. Dengan mendaur ulang sampah kaleng bekas minuman ada beberapa manfaat yang dapat diambil jika proses daur ulang dilakukan dengan baik dan benar diantaranya sebagai berikut: [5]

1. Menghemat 95 % energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan logam primer
2. Dengan melakukan daur ulang 1 Kg kaleng aluminium dapat menghemat 8 Kg bauksit, 4 Kg bahan kimia, dan menghemat 14 Kw listrik per- jam.
3. Mengurangi volume kaleng aluminium di tempat sampah.

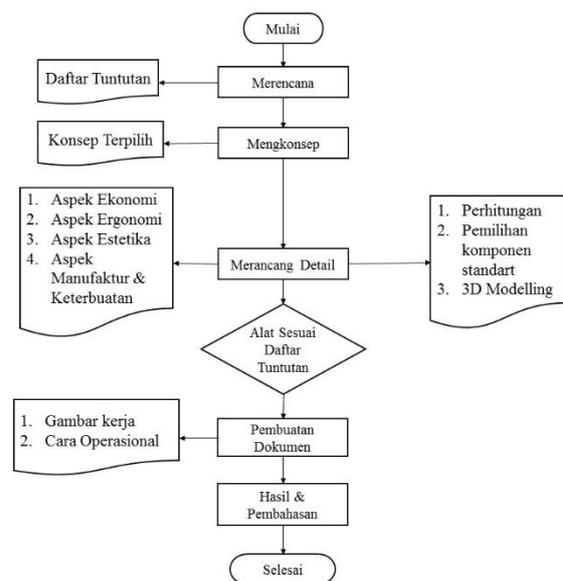
4. Mengurangi biaya transportasi ke tempat daur ulang atau pembuangan akhir.



Gambar 2. Mekanisme *crank press*

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penyelesaian masalah yang digunakan untuk menyelesaikan alat kompaksi sampah kaleng yaitu dengan metode perancangan yang diadopsi dari metode *Pahl and Beitz* [8]. Metode ini terdiri dari beberapa tahap yaitu perencanaan, perancangan konsep, perancangan detail, dan dokumentasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir metodologi penyelesaian

Penjelasan mengenai metodologi perancangan seperti pada Gambar 3. Berikut penjelasan metodologi secara berurutan sesuai tahapan perancangan menurut diagram alir.

Merencana

Pembuatan alat kompaksi diawali dengan tahap pengambilan data dimensi kaleng minuman bekas, keinginan konsumen, identifikasi fungsi mekanisme pengepresan dan cara kerja alat, kajian analisa pasar, alat kompaksi yang ada sebelumnya, kajian paten, kajian aspek lingkungan. Keluaran dari tahap perencanaan adalah daftar tuntutan sebagai acuan dalam proses perancangan selanjutnya.

Mengkonsep

Dalam menyelesaikan perancangan konsep salah satu metode yang digunakan adalah metode *black box* [8] untuk menentukan fungsi bagian. Setelah itu, membuat kotak morfologi untuk mengasumsikan solusi alternatif apa saja yang nantinya akan dipilih. Dilanjutkan dengan membuat variasi dan penilaian untuk memilih variasi konsep mana yang akan dipilih sebagai konsep terpilih dengan pertimbangan aspek *technique criteria* dan *economic criteria* [8]. Berdasarkan penilaian dari kedua aspek yang tersebut, maka variasi konsep yang terpilih adalah variasi yang nantinya bisa direalisasikan

Merancang Detail

Dalam merancang detail terdiri dari beberapa tahapan seperti pembuatan *free body diagram* (FBD), pemilihan komponen standar, pemodelan (3D CAD), pembuatan sistem kontrol kendali, dan aspek perawatan. Keluaran dari merancang detail adalah *bill of material* dengan tujuan untuk mempertimbangkan nilai cost yang akan dikeluarkan dalam pembuatan alat.

Pembuatan Dokumen

Dokumen merupakan salah satu tahap penting dalam desain karena hasil dari design adalah gambar kerja (*drafting*), SOP (*Standard Operational Procedure*) berisikan arahan pengoperasian Alat kompaksi

3. HASIL

Berikut hasil dari rancangan alat sesuai dengan metode penelitian.

Perencanaan

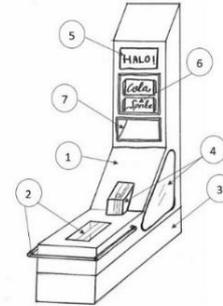
Dari data-data yang telah disebutkan pada tahap metodologi maka didapat hasil akhir dari tahap perencanaan berupa daftar tuntutan yang dijadikan sebagai acuan dalam proses perancangan selanjutnya.

Berikut daftar tuntutan dari alat kompaksi sampah kaleng minuman:

1. Alat mampu mendeteksi atau membedakan jenis material yang akan di kompaksi.
2. Dimensi alat tidak melebihi 876 mm x 540 mm x 240 mm
3. Alat mampu mengecilkan volume kaleng
4. Alat mudah dioperasikan
5. Alat dapat mengeluarkan *reward* dengan sistem acak.

Perancangan Konsep

Konsep desain yang terpilih dari hasil pemilihan melalui tahapan perancangan adalah konsep desain yang di tunjukan pada Gambar 4



Gambar 4. Sketsa variasi konsep terpilih

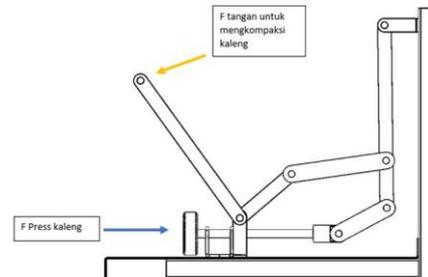
Berikut keterangan dari Gambar 4 :

1. Dudukan frame horizontal
2. Sistem kompaksi *link join*
3. Wadah penampung
4. Akrilik (untuk memperlihatkan sistem kompaksi)
5. *Display*
6. *Mockup* (display hadiah)
7. Jalan keluar untuk *reward*

Perancangan Detail

Beberapa hal yang dilakukan pada tahap merancang detail diantaranya sebagai berikut.

1. Analisis Gaya



Gambar 5. Sistem kompaksi pada alat

Dari hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa gaya yang dikeluarkan oleh tangan menggunakan alat ini sebesar 9,8 kgf lebih kecil dibandingkan dengan gaya yang harus dikeluarkan tanpa menggunakan alat yaitu sebesar 35 kgf. Hal ini sesuai dengan fungsi mesin, yaitu dapat mengurangi gaya penekanan dengan syarat:

$$F \text{ tangan} \leq F \text{ Press}$$

2. Komponen Standar

Penggunaan komponen standar pada pembuatan alat kompaksi sampah kaleng selain untuk mengurangi ongkos pembuatan alat yaitu untuk mempermudah aspek perawatan jika terjadi kerusakan karena komponen mudah didapatkan dipasaran. Berikut beberapa komponen standar yang digunakan.

- a. Hollow profil C 60mm x 30mm tebal 2 mm
- b. Pin Dowel M10 x 30 mm
- c. Baut hexagon (SS 304) dan mur (SS 302)

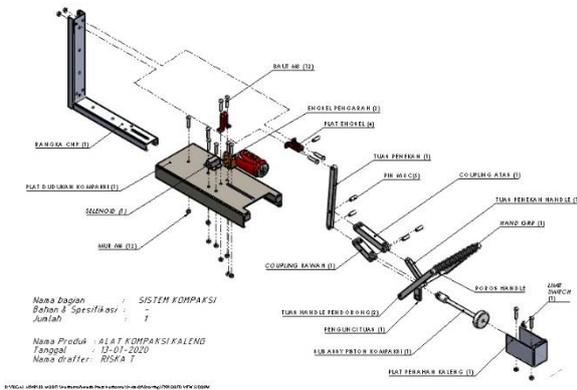
3. Pemodelan 3D CAD

Gambar 6 menunjukkan hasil 3D alat kompaksi sampah kaleng minuman dengan menggunakan *Software CAD Solidworks 2018*.

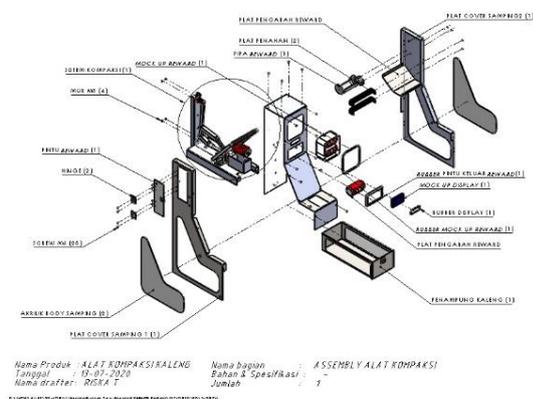


Gambar 6. Alat kompaksi sampah kaleng

Selain dalam bentuk 3d modeling, dalam pembuatan model alat juga dilengkapi gambar *exploded view* untuk memperlihatkan komponen juga sebagai urutan *assembly*.



Gambar 7. Exploded view sistem kompaksi.



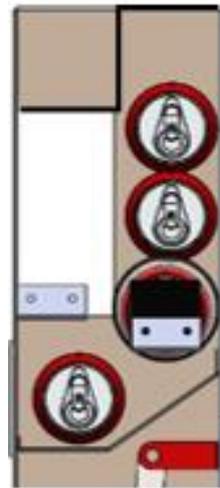
Gambar 8. Exploded view cover dan sistem kompaksi

4. Fungsi Kontrol dan Kendali

Selain menggunakan pengoperasian secara manual alat kompaksi juga di dukung dengan sensor dan mikrokontroler untuk mengatur pengoperasian alat

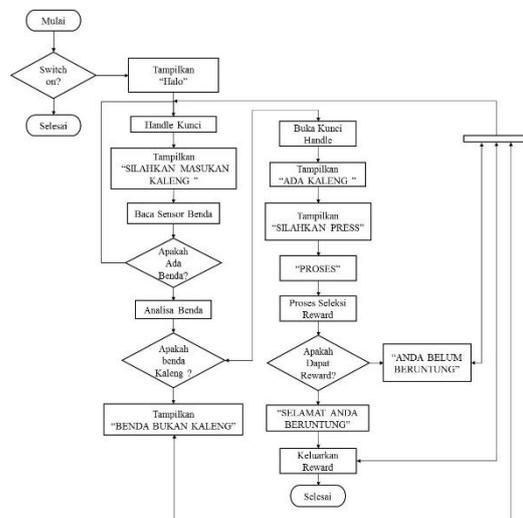
dan mengatur sistem hadiah. Untuk proses pengoperasiannya yaitu sebagai berikut.

- Masukan kaleng yang akan dikompaksi sesuai petunjuk dan arahan yang telah disediakan.
- Sensor akan membaca material kaleng yang akan dikompaksi. Jika material tidak sesuai maka tuas pada alat kompaksi akan terkunci otomatis. Namun, jika material sesuai dengan yang diharapkan maka, tuas untuk mengkompaksi dapat di gunakan untuk mengkompaksi sampah kaleng.
- Proses seleksi untuk *reward* akan berjalan apabila kaleng yang telah dikompaksi memasuki *storage*. *Reward* akan keluar secara acak. Peroses reward keluar dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Sistem reward Alat kompaksi

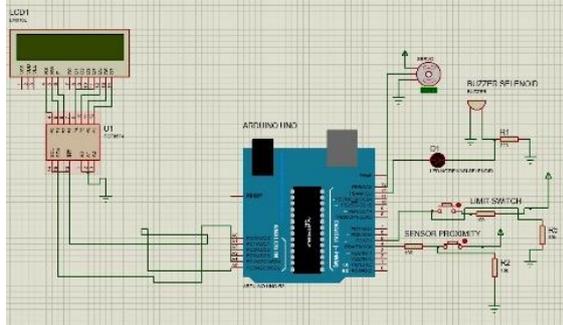
Untuk lebih jelas mengenai sistem kontrol dari alat kompaksi sampah kaleng ini, telah dibuat diagram sistem kontrol yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Diagram sistem kontrol

Selain diagram sistem kontrol ada juga wiring diagram untuk pembuatan sistem kontrol alat

kompaksi sampah kaleng minuman. Komponenya terdiri dari Arduino sebagai *microcontroller* dan sensor *proximity* aluminium untuk mendeteksi material dan beberapa komponen lain yang dipakai untuk indikator. Sistem acak yang digunakan yaitu menggunakan fungsi *random* untuk mengatur *reward* yang akan keluar.



Gambar 7. Wiring kontrol kendali

5. Daftar Kebutuhan Material (*Bill of Materil*)

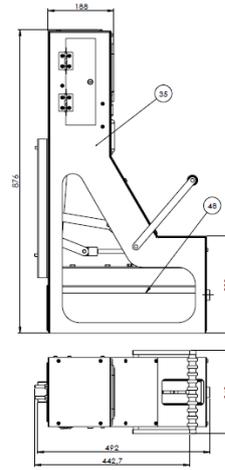
Bill of material merupakan daftar kebutuhan material yang berupa rincian informasi mengenai nama komponen, material, serta dilengkapi dengan ukuran dari setiap komponen yang digunakan untuk pembuatan alat.

Tabel 1. *Bill of material*

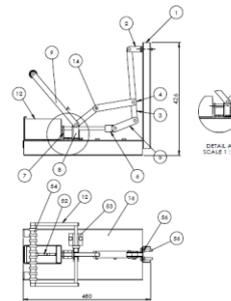
No.	Bahan Baku	Bahan	Ukuran (mm)
1	Hollow CNP	SS 400	60x30x10x 1,6
2	Plat	Galvanis	2400 x 1200
3	Batang tuas handle	ST 37	300 x 20 x 12
4	Tuas penekan handle	ST 37	140 x 20 x 12
5	Coupling atas	ST 37	165 x 25 x 12
6	Tuas penekan	ST 37	130 x 20 x 20
7	Coupling bawah	ST 37	110 x 25 x 12
8	Sambung poros	ST 37	Ø25x 50
9	Poros piston	ST 37	Ø12 250
10	Landasan press	ST 37	Ø63 x 25
11	Poros Handle	St 37	Ø10 x 500
12	Tuas handle	ST 37	12 V
13	Akrilik	akrilik	1000x 500
14	Servo	STD	Mg 99 6 R & 12 v
15	Relay		10x10
16	LCD (display)		I2C 20 X 4
17	Solder		22V
18	Timah Solder		2m
19	Lowpet		kecil
20	Kabel JUMPER		40 kabel
21	Proximity		40 x 20
22	Limit switch		2 inch
23	Baut		M8x 32
24	Mur	M8x 32	
	Pin	M6	

Pembuatan Dokumen

Hasil dari tahap dokumen yaitu berupa gambar kerja (*drafting*) yang akan dijadikan sebagai acuan pada tahap pembuatan atau pada tahap manufaktur. Berikut gambar kerja keseluruhan dari alat kompaksi sampah kaleng minuman.

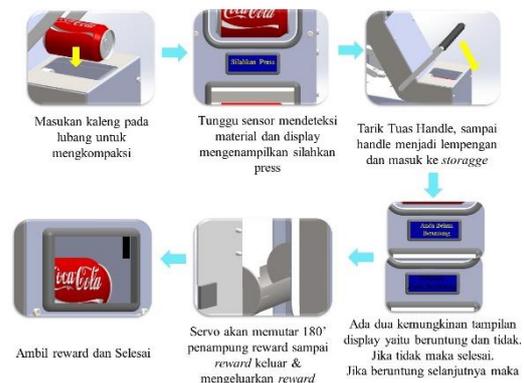


Gambar 11. *Assembly* gambar kerja alat



Gambar 12. Sistem kompaksi

Standar operasional proses untuk alat kompaksi sampah kaleng atau SOP pengoperasian adalah sebagai berikut.



Gambar 13. SOP alat kompaksi

4. PEMBAHASAN

Perancangan alat kompaksi sampah kaleng minuman pada penelitian ini merupakan inovasi baru dari alat kompaksi sampah kaleng yang sudah ada. Dibandingkan dengan alat yang sudah ada alat ini mempunyai daya tarik tersendiri karena adanya sistem *reward* yang diberikan secara acak. Pemberian *reward* secara acak ini bertujuan untuk memberikan sebuah penghargaan atau bentuk ucapan terimakasih bagi siapapun yang membuang sampah sesuai jenisnya. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan sensor pendeteksi

material sehingga hasil kompaksi dapat langsung didaur ulang karena material sudah sesuai kualifikasi.

5. KESIMPULAN

Perancangan alat kompaksi sampah kaleng minuman menghasilkan rancangan dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Dimensi alat :797mm x 290mm x 240mm
2. Kapasitas penampung kaleng > 7kg
3. Menggunakan tambahan sensor induktif khusus alumunium
4. Sistem *reward* bekerja secara acak dengan bilangan random.
5. Berat keseluruhan: 25 kg

Dengan spesifikasi tersebut, disimpulkan bahwa hasil rancangan alat mampu mengkompaksi kaleng minuman 330ml dengan material alumunium. Selain itu, dengan adanya alat ini biaya transfortasi dapat diefektifkan dari sumber timbulan sampah ke tempat proses daur ulang, dengan mengkompaksi kaleng menjadi dimensi yang lebih kecil densitas dapat dinaikan sehingga kaleng yang dibawa bisa lebih banyak.

6. SARAN

Sistem kontrol pada alat perlu pengembangan sistem yang lebih kompleks seperti pembacaan dimensi kaleng secara akurat dan efisiensi daya saat beroperasi. Selain itu, perlu adanya pengujian terhadap daya tahan sistem *reward* dengan berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Fizriyani, "www.republika.co.id," Senin Februari 2019. [Online]. Available: <https://www.republika.co.id/berita/nasional/darah/19/02/11/pmrper430-sulitkah-mengubah-kebiasaan-buang-sampah-sembarangan>. [Accessed Febuari 2020].
- [2] "www.cnnindonesia.com," April 2018. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180425101643-282-293362/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola>. [Accessed Febuari 2020].
- [3] Bululengky, "bisakimia.com," Maret 2014. [Online]. Available: <https://bisakimia.com/2014/03/14/1-buah-kaleng-minuman-bekas-dapat-menjernihkan-300-000-liter-air-keruh/>. [Accessed Febuari 2020].
- [4] M. Darsin, "Metal Containers (Kemasan Logam)," SlideShare, Febuari 2013. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/mahrosdarsin/lesson-5-metal-container>.
- [5] ALSaffar and Bdeir, "Recycling of aluminum beverage cans," *ResearchGate*, vol. 12, p. 160, 2008.
- [6] H. E. M. Belinda, "Analysis of the Recycling Method for Alumunium Soda Cans," Oktober, Southern Queensland, 2006.
- [7] A.S. Shinde, A.d. Landge, A.K. Biradar, "Design and Fabrication of Alumunium Tin Can Crusher," *Internasional Conference on Ideas, Impact and Inovation in Mechanical Engineering (ICIIIME2017)*, vol. 5, no. 6, pp. 39-44, 2017.
- [8] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, -H. K., Engineering Design : A Systematic Approach. 3rd ed. s.l., Springer., 2017.