

# Alat Pencacah Plastik Lunak Untuk Membantu Produksi *Ecobrick*

Edi Purwanto<sup>1</sup>, Umi Fadilah<sup>2</sup>, Fajar Suryawan<sup>3</sup>, Ratnasari Nur Rohmah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta 57162

Email: <sup>1</sup>edisumberwungu@gmail.com, <sup>2</sup>umi.fadlilah@ums.ac.id, <sup>3</sup>fajar96te@yahoo.com, <sup>4</sup>nr217@ums.ac.id

(artikel diterima: 15-07-2020, artikel disetujui: 27-11-2020)

## Abstrak

Setiap tahunnya penggunaan plastik selalu meningkat. Hal ini menyebabkan pencemaran plastik dimana-mana. Agar pencemaran plastik tidak bertambah diperlukan sistem daur ulang sampah. Saat ini beberapa kalangan masyarakat telah menciptakan *Ecobrick*. *Ecobrick* adalah suatu sistem daur ulang sampah yang memanfaatkan botol PET (*Polyethylene Therephthalate*) yang diisi dengan potongan plastik. Untuk mempermudah pemotongan tersebut diciptakanlah alat pencacah plastik. Alat ini dirancang dengan satu unit pisau pencacah yang digerakkan oleh motor induksi satu fasa. Untuk transmisi antara motor ke pisau menggunakan *gear* dan rantai. Alat ini juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan arduino sebagai kontrolnya. Apabila sensor mendeteksi adanya plastik yang dimasukkan maka sensor akan mengirimkan data yang akan diolah oleh arduino, sehingga relay akan mengaktifkan motor selama 20 detik, sampai plastik benar-benar tercacah semua. Agar tahu berapa lama untuk satu plastik tercacah semua, telah dilakukan beberapa kali percobaan. Suplai daya setiap rangkaian menggunakan adaptor dua output sebesar 5 VDC dan 9 VDC.

Kata Kunci: pencacah plastik, *ecobrick*, crusher, sampah plastik, motor induksi 1 fasa.

## Abstract

*Every year the use of plastic is always increasing. This causes plastic pollution everywhere. In order to decrease the plastic pollution, a recycling system is needed. Currently, several groups of people have created Ecobrick. Ecobrick is a waste recycling system that utilizes PET (Polyethylene Therephthalate) bottles filled with plastic scraps. To facilitate the cutting, a plastic chopper was created. This tool is designed with a chopper blade unit driven by a single phase induction motor. For transmission between motors to the blades used gears and chains. This tool is also equipped with an ultrasonic sensor and Arduino as a control. If the sensor detects that the plastic is inserted, the sensor will send data to be processed by Arduino, so the relay will activate the motor for 20 seconds, until the plastic is completely chopped. In order to know how long for all one plastic chopped, several experiments have been carried out. For power supply, each circuit uses two output adapters of 5 VDC and 9 VDC.*

**Keywords:** *plastic crusher, ecobrick, crusher, plastic waste, 1 phase induction motor*

## 1. PENDAHULUAN

Setiap tahun penggunaan barang berbahan dasar plastik selalu mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena kurangnya kesadaran masyarakat akan dampak negatif dari limbah plastic (Sugandi et al, 2017). Dengan semakin majunya perindustrian dan meningkatnya populasi manusia, kebutuhan produk berbahan dasar plastik akan terus meningkat (Kwartiana, 2012). Menurut CNBC (*Consumer News and Business Channel*) Indonesia, pada daerah pesisir di seluruh Indonesia dapat menghasilkan 3,22 juta ton sampah plastik setiap tahunnya (Adharsyah, 2019).

Padahal plastik sangat berbahaya terhadap lingkungan karena plastik sangat sulit terurai, sehingga dapat menyebabkan berbagai macam pencemaran.

Menurut data yang dikumpulkan oleh Jenna R. Jambeck dari Universitas of Georgia, Indonesia adalah negara dengan pencemaran sampah plastik ke laut terbesar kedua setelah Cina. Padahal jika dibandingkan dengan negara India yang jumlah penduduknya hampir sama dengan Indonesia, India hanya menempati urutan ke dua belas. Hal ini membuktikan bahwa sistem pengolahan sampah plastik di Indonesia masih kalam dengan India (Adharsyah, 2019).

Pada tahun 2000 seorang arsitektur Jerman Andreas Froese membuat inovasi berupa batu bata terbuat dari botol PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang diisi dengan pasir. Kemudian pada tahun 2003 Alvaro Molina mengganti isian pasir pada botol dengan plastik yang dipadatkan, inilah yang disebut *ecobrick*. Pada tahun 2014 Susana Heisse, di Guatemala mulai mengenalkan *ecobrick* sebagai teknik bangunan untuk mengurangi sampah plastik yang dibuang di danau Atitlan. Selain digunakan sebagai *furniture*, *ecobrick* juga bisa digunakan sebagai pengganti batu bata. *Ecobrick* dapat digunakan berulang-ulang, sehingga tidak ada limbah buangan yang akan mencemari lingkungan.

Umumnya *ecobrick* terbuat dari botol PET (*Polyethylene Terephthalate*) atau yang lebih kita kenal dengan botol air mineral. Isi dari *ecobrick* sendiri menggunakan plastik berjenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) atau jenis plastik yang biasa digunakan pada tas plastik, bungkus makanan ringan dan sejenisnya (Rina, 2012). Sebelum dimasukkan ke dalam botol, plastik LDPE harus dipotong-potong terlebih dahulu. Tujuan pemotongan plastik LDPE ini agar saat dimasukkan ke dalam botol PET, plastik bisa padat secara maksimal. Saat ini proses pemotongan masih manual dengan menggunakan gunting, sehingga prosesnya cukup lama. Tujuan dari pembuatan alat pencacah plastik pada penelitian ini adalah agar proses pemotongan plastik LDPE dapat dilakukan secara otomatis dan cepat.

Alat pencacah plastik pada penelitian ini memiliki satu unit pisau pemotong yang berputar dan pisau yang diam. Pisau pemotong akan disusun berbentuk V, karena menurut penelitian, susunan pisau ini terbukti lebih banyak menghasilkan serpihan plastik, karena dengan susunan ini pisau lebih mudah untuk bergerak (Asroni, Djiwo & Setyawan, 2018). Untuk menggerakkan pisau digunakan motor induksi satu fasa. Alasan digunakannya motor induksi adalah karena harganya yang murah dan mudah didapat.

Reddy & Raju (2018) mengatakan bahwa pisau pemotong harus memiliki torsi sebesar 7,4 N.m (*Newton meter*) dan daya motor sebesar 1,1 kW (*Kilo Watt*) atau 1,5 HP (*Horse Power*). Untuk mendapatkan torsi tersebut digunakan sistem transmisi puli atau rantai. Pada penelitian ini digunakan motor yang dayanya lebih kecil, karena dimensinya yang tidak terlalu besar. Pada alat ini digunakan sistem transmisi rantai dan *gear* agar tidak ada daya yang terbuang karena selip.

Alat pencacah plastik pada penelitian kali ini akan sedikit berbeda dengan alat yang telah dibuat sebelumnya. Pada alat pencacah plastik yang dibuat sebelumnya kebanyakan memiliki dimensi yang besar, sedangkan pada alat ini dibuat dengan desain seminimalis mungkin. Pada alat ini juga dilengkapi dengan sistem otomatis yang belum ada pada penelitian sebelumnya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain solder, multimeter, jangka sorong, obeng, tang, gerinda, bor, dan las. Untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno, *relay*, sensor *ultrasonic*, kabel *jumper*, motor induksi, adaptor, timah/tenol, *gear*, rantai, mur, dan baut.

### 2.2 Tahap Penelitian

#### a. Studi Literatur

Tahapan ini mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti : buku, *e-book*, internet dan jurnal nasional ataupun internasional yang berguna untuk membantu dalam proses penelitian .

#### b. Perancangan Alat

Seluruh komponen didesain menggunakan aplikasi AutoCad. Perancangan alat ini bertujuan mendesain bentuk pisau pencacah dan kontruksi *body* agar seluruh ruang pada mesin ini dapat digunakan secara optimal.

#### c. Pengujian Alat

Pada tahap ini masing masing rangkaian akan diuji agar alat bekerja sesuai harapan. Tahap pengujian alat adalah sebagai berikut:

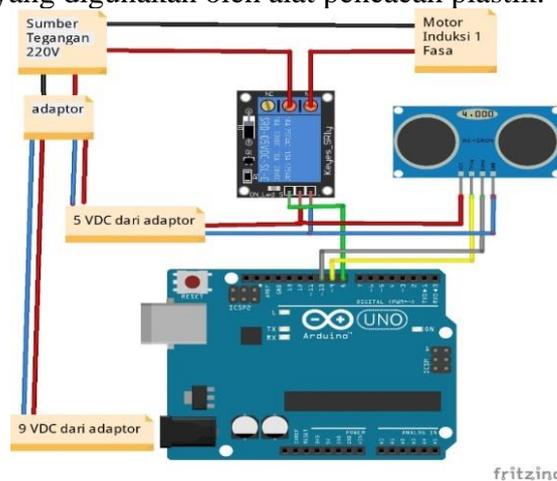
1. Mengecek apakah adaptor sudah mengeluarkan tegangan yang sesuai dengan yang dibutuhkan.
2. Mengecek *script* apakah masih terdapat *error* yang perlu diperbaiki.
3. Mengecek jarak sensor ultrasonik apakah sudah sesuai dengan kebutuhan.
4. Mengecek *relay* apakah sudah bekerja sesuai keinginan.
5. Menguji alat apakah sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

#### d. Analisa Data

Pada tahap ini alat akan diuji untuk diambil datanya. Selanjutnya data yang telah terkumpul akan dikelompokkan dan dianalisa agar mendapat hasil yang sesuai

### 2.3 Gambar Skema Rangkaian

Skema rangkaian yang diperlihatkan pada Gambar 1, memperlihatkan komponen kontroler yang digunakan oleh alat pencacah plastik.



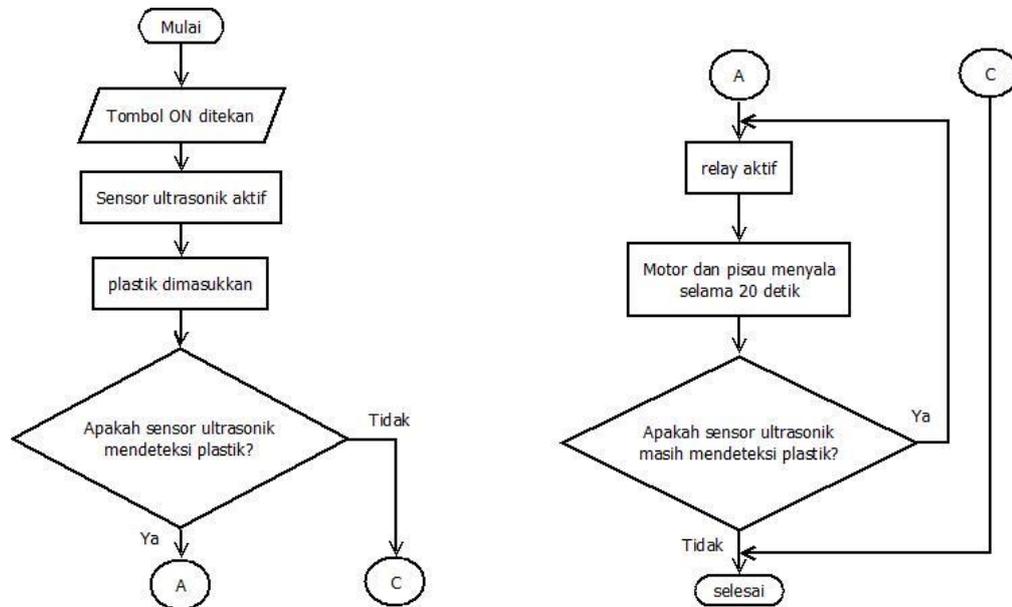
**Gambar 1** Rangkaian kontroler alat pencacah plastik

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa sensor ultrasonik terhubung ke Arduino dimana kaki *triger* terhubung ke pin 9 dan kaki *echo* terhubung ke pin 10. Lalu kaki *in* pada *relay* sebagai *input* data dihubungkan ke pin 8 Arduino. Pada *relay* untuk terminal

com dihubungkan ke sumber tegangan 220 AC dan terminal NO (*Normaly Open*) terhubung ke motor induksi. Dari kedua komponen tersebut kaki VCC dihubungkan ke pin 5V dan kaki GND dihubungkan ke pin GND pada Arduino.

#### 2.4 Flowchart Sistem

*Flowchart* sistem pada Gambar 2 menampilkan diagram alir proses dari awal alat diaktifkan sampai alat mati.



**Gambar 2** *Flowchart* sistem pencacah plastik

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa diagram dimulai saat alat diaktifkan dengan cara menekan tombol *on/off*. Setelah alat aktif maka sensor ultrasonik akan mendeteksi apakah ada plastik yang dimasukkan, jika ada sensor ultrasonik akan mengirimkan sinyal ke Arduino. Setelah itu *relay* akan aktif. *Relay* akan menghubungkan motor induksi 1 fasa dengan sumber tegangan 220AC.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Bentuk dan Desain Alat

Alat pencacah plastik ini menggunakan satu unit pisau pencacah yang digerakkan oleh motor induksi satu fasa. Alat ini juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan Arduino Uno sebagai kontrol alat. Sensor ultrasonik sebagai pendeteksi plastik yang masuk dan Arduino untuk mengolah data dari sensor ultrasonik. *Relay* digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan motor apabila sensor ultrasonik mendeteksi plastic (Prakoso & Umi Fadilah, 2016). Sebagai suplai daya rangkaian tadi, maka digunakan adaptor dengan output 5 VDC dan 9 VDC.

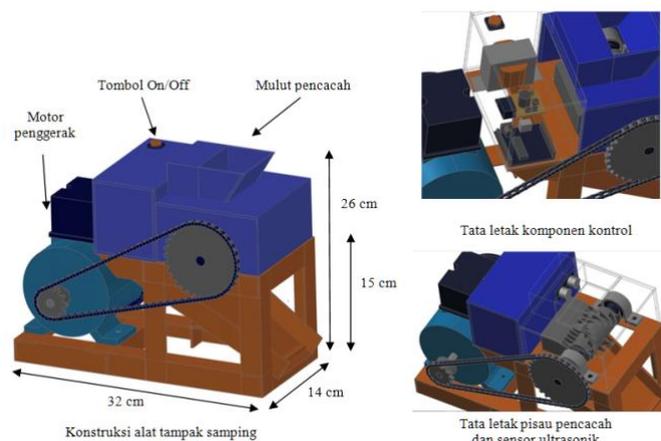


**Gambar 3** Bentuk alat

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa alat ini ditopang oleh rangka yang berbahan dasar besi. Untuk motor dan pisau pencacah dihubungkan oleh *gear* dan rantai. Pisau pencacah dilindungi oleh *box* akrilik agar tidak tersentuh tangan. Di belakang *box* pisau terdapat box rangkaian kendali yang berisi Arduino, *relay* dan adaptor. Di bawah pisau pencacah terdapat wadah, agar plastik hasil cacahan tidak berceceran.

### 3.2 Dimensi Alat

Dimensi alat sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4 menunjukkan ukuran alat beserta bagian-bagiannya. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa alat pencacah plastik tersebut memiliki panjang 32 cm, lebar 14 cm dan total tinggi 26 cm. Pada konstruksi tampak samping juga menunjukkan motor penggerak, mulut pencacah dan tombol *on/off*. Pada tata letak komponen kontrol menunjukkan Arduino, *relay*, dan komponen adaptor. Pada Gambar 4 juga menunjukkan letak sensor ultrasonik dan pisau pencacah.



**Gambar 4** Dimensi alat

### 3.3 Pengujian Adaptor

Arduino dan komponen lainnya tentu membutuhkan pasokan daya maka diperlukan adaptor (Kumar et al, 2014). Komponen seperti *relay* dan sensor ultrasonik membutuhkan daya sebesar 5 VDC, apabila hanya mengambil daya dari Arduino

kadang tidak cukup. Sedangkan untuk Arduino membutuhkan daya sebesar 9 VDC, sehingga harus dibuat adaptor dengan dua output 5 VDC dan 9 VDC.

Pada Gambar 5 hasil pengujian adaptor *output* 5 VDC dapat dilihat bahwa jarum multimeter tepat menunjukkan angka 5 VDC. Sedangkan pada hasil pengujian adaptor dengan *output* 9 VDC jarum multimeter menunjukkan pada angka 9 VDC, angka tersebut sudah mampu menyalakan Arduino. Dengan tegangan *output* yang telah ditunjukkan oleh multimeter tersebut sudah mampu memenuhi kebutuhan daya Arduino dan komponen lainnya.



**Gambar 5** Hasil pengujian adaptor 5 VDC dan 9 VDC

### 3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik

Sebagai pendeteksi ada tidaknya plastik yang dimasukkan adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik akan mengeluarkan suara, apabila ada plastik yang menghalangi, maka suara tadi akan dipantulkan lagi ke sensor ultrasonik. Dari kejadian tersebut maka akan didapat jarak antara sensor dan plastik. Pada pengujian ini, jarak tersebut dapat ditentukan dengan Persamaan 1. Sensor ultrasonik akan mengeluarkan suara. Apabila ada plastik yang menghalangi, maka suara tadi akan memantul kembali ke sensor, sehingga akan didapat jarak antara sensor dengan plastik.

$$S = \frac{v \times t}{2} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- S : Jarak antara sensor dengan plastik (cm)
- v : Kecepatan gelombang suara (340m/detik) atau (0,034 cm/ $\mu$  detik)
- t : Waktu yang dibutuhkan suara untuk memantul dari objek (detik)

Gambar 6 menunjukkan jarak antara sensor ultrasonik dengan dinding mulut pencacah. Jarak tersebut digunakan sebagai pembanding pada *script* arduino. Apabila jarak yang dideteksi sensor ultrasonik lebih kecil dari 3,6 cm, maka motor dan pencacah akan aktif.



**Gambar 6** Mulut pencacah

### 3.5 Pengujian Proses Pencacahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan alat untuk mencacah satu potong plastik. Pengujian ini dilakukan dengan cara memisahkan plastik berdasarkan ukuran dan ketebalannya. Setelah plastik tadi dipisahkan, lalu plastik dimasukkan ke alat pencacah plastik satu persatu. Selama proses pencacahan, dihitung menggunakan *stopwatch*. Hasil pengujian proses pencacahan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 juga diperhatikan, apakah sudah sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

**Tabel 1.** Pengujian proses pencacahan

Jenis Plastik	Lama Pencacahan	Hasil Pencacahan
Kantong plastik besar	-	Tersangkut
Kantong plastik kecil	-	Tersangkut
Plastik es	10 detik	Sebagian besar tersangkut
Plastik jajanan	20 detik	Cukup bagus
Plastik detergen kecil ( <i>sachet</i> )	9 detik	Sebagian besar tersangkut
Plastik detergen Besar	10 detik	Cukup bagus
Bungkus Mie Instan	16 detik	Sebagian tersangkut

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pencacahan kurang bagus. Hal ini bisa terjadi karena pisau pencacah kurang tajam. Plastik yang ukurannya lebih besar dari pisau pencacah akan lebih mudah tersangkut. Apabila plastik dipotong agak kecil hasil dari pencacahan cukup bagus. Kantong plastik besar dan kecil akan tersangkut pada pisau karena jenis plastik tersebut memiliki ketebalan yang sangat tipis. Plastik jajanan dan plastik detergen besar memiliki ketebalan yang hampir sama dan hasil pencacahannya cukup bagus.

### 3.6 Pengujian Hasil Pencacahan

Pengujian hasil pencacahan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efisien alat ini dalam mencacah plastik. Sebelum melakukan pengujian, plastik akan ditimbang terlebih dahulu. Setelah mendapatkan berat yang diinginkan plastik dimasukkan ke

alat pencacah. Hasil cacahan dikumpulkan lalu ditimbang. Hasil pengujian dimasukkan ke dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengujian hasil pencacahan

Percobaan ke	Plastik yang dimasukkan	Hasil pencacahan	Selisih
1	3 gram	1 gram	2 gram
2	4 gram	2 gram	2 gram
3	5 gram	4 gram	1 gram
4	6 gram	5 gram	1 gram
5	10 gram	8 gram	2 gram

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa berat plastik yang dimasukkan tidak sama dengan hasil pencacahan. Hasil pencacahan berkurang karena sebagian kecil plastik masih tersangkut di pisau pencacah. Selisih rata-rata pada pengujian ini antara 1-2 gram.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang alat pencacah plastik untuk mengurangi polusi plastik. Alat pencacah plastic yang dikembangkan pada penelitian ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan arduino sebagai kontrolnya. Sensor ultrasonik bekerja dengan cara mengirimkan sinyal suara dari *transmitting transducer*, apabila ada object yang menghalangi, maka suara tadi akan memantul dan diterima oleh *receiving transducer*. Ketika sensor ultrasonik mendeteksi objek dalam jarak  $\leq 3,6$  cm, maka *relay* akan aktif dan menyalakan motor induksi 1 fasa selama 20 detik. Namun demikian, sensor ultrasonik memiliki kelemahan, apabila permukaan objek tidak rata maka sinyal suara yang dipantulkan akan gagal diterima oleh *receiver* dikarenakan lintasan pantulannya akan menuju ke arah lain, sehingga plastik harus digerak-gerakkan agar pantulannya tepat menuju *receiver*. Untuk menggunakan alat ini, plastik yang ukurannya lebih besar dari pencacah akan mudah tersangkut, oleh karena itu plastik yang ukurannya lebih besar harus dipotong terlebih dahulu dan bagian yang keras dihilangkan.

Meskipun demikian, alat pencacah plastik yang dirancang dalam penelitian ini masih memiliki beberapa kelemahan. Pertama, penggunaan sensor ultrasonik masih kurang efektif karena, apabila objek yang dideteksi memiliki permukaan yang tidak rata, sensor akan gagal mendeteksi objek tersebut, sehingga penggunaan sensor ultrasonik bisa diganti dengan sensor yang lebih baik. Kedua, dimensi alat masih terlalu berat karena sebagian besar masih menggunakan besi, ditambah motor yang masih terlalu berat. Oleh karenanya, motor bisa diganti dengan yang lebih ringan. Ketiga, pada alat ini belum dilengkapi dengan LCD, jadi alat ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan tampilan volume plastik dengan LCD. Keempat, apabila ukuran plastik lebih besar dari pisau pencacah, maka plastik akan mudah tersangkut. Untuk itu, rancangan selanjutnya bisa dipertimbangkan untuk menambah pisau. Selain itu, juga dapat dilakukan dengan menambah program agar motor berbalik arah putaran apabila plastik tersangkut dan motor berhenti.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adharsyah, T. (2019) 'Sebegini Parah Ternyata Masalah Sampah Plastik di Indonesia'. Diakses dari <https://www.cnbcindonesia.com/lifestyle/20190721140139-33-86420/sebegini-parah-ternyata-masalah-sampah-plastik-di-indonesia>.
- Kumar, A et al. (2014) 'Single Phase Induction Motor', *International Journal of Research*, 1, pp. 39-43.
- Kwartiana, R. (2012) 'Macam-macam Jenis Plastik dan Bahaya yang Terkandungnya'. Diakses dari <https://www.kompasiana.com/rinakwartiana/5519e208a33311cb1cb6592c/macam-macam-jenis-plastik-dan-bahaya-yang-terkandungnya?page=all>.
- Asroni, M., Djiwo, S., Setyawan, E.Y. (2018) 'Pengaruh Model Pisau pada Mesin Sampah Botol Plastik', *Soliditas: Jurnal Aplikasi dan Inovasi IPTEKS*, 1(1), pp. 29-33
- Prakoso, B.A and Umi Fadilah, S.T. (2016) 'Perancangan Dan Pembuatan Mesin Penghancur Botol Plastik Elektronik', Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Reddy, S. and Raju, T. (2018) Design and Development of mini plastic shredder machine. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 455(1), p. 012119, IOP Publishing.
- Sugandi, W.K., Yusuf, A., Herwanto, T. and Maulana, S. (2017) Analisis Teknik Mesin Pencacah Plastik di Bank Sampah Tasikmalaya (BST) di Desa Cikunir, Kecamatan Singaparna, Kabupaten Tasikmalaya. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 8, pp. 87-92.