JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 4, No. 1, Juni 2019, Hal. 47-52
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristekdikti, Nomor SK: 30/E/KPT/2018
DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.47-52
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Sumbu Menyudut untuk Usaha Mikro

Didit Yantony, Harman L. Tosaleng, Kartiny Taslim
Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknik Soroako
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 01, Sorowako, Sulawesi Selatan, Indonesia
tosaha@yahoo.com

Abstrak

Sampah plastik merupakan masalah yang sangat serius bagi lingkungan, karena plastik adalah bahan yang sulit terurai oleh bakteri dan dapat memakan waktu puluhan atau bahkan ratusan tahun untuk terurai secara alami. Diperlukan upaya untuk memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan daur ulang untuk mengurangi jumlah sampah yang telah ada, terutama untuk botol plastik organik yang dapat ditemukan di hampir setiap tempat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah mesin penghancur plastik portabel tipe sumbu menyudut dengan memperhatikan faktor ergonomis dan akan membantu menghancurkan botol plastik bekas yang berbiaya murah. Metode yang digunakan terdiri dari proses desain penghancur, mengingat dibutuhkannya kekuatan untuk menghancurkan plastik. Setelah proses desain selesai, dilanjutkan dengan proses pembuatannya sehingga menjadi mesin yang bisa mendaur ulang botol-botol plastik. Hasil yang diperoleh bahwa kapasitas mesin yang diproduksi dengan ukuran 64cm (L) x 28cm (W) mampu menghancurkan botol plastik sebanyak 20 kg/jam. Sementara itu, ukuran rata-rata serpihan botol plastik di bawah 30 mm^2. Dengan demikian, hasil dari penghancuran ini dapat mengurangi tempat penyimpanan limbah botol plastik terutama bagi pengumpul tingkat pertama.

Kata kunci: sampah, plastik, penghancur, mesin

Abstract

Plastic waste poses a very serious problem to the environment, because plastic is a material which is difficult for bacteria to decompose and can take tens or even hundreds of years to disintegrate naturally. It requires an effort to utilize plastic waste as recycled materials to reduce the amount of garbage produced, especially, organic plastic bottles which can be found in nearly everywhere. This project aims to design a portable plastic crusher with a tilted axis, paying attention to the ergonomic factors, which will aid in crushing used plastic bottles at a low cost. The method used consists of a crusher design process considering the strength needed to destroy the plastic. The design process is followed by the manufacturing process to construct a machine that can recycle plastic bottles. The results obtained was that the machine, manufactured with a dimension of 64cm(L) x 28cm(W), was able to destroy plastic bottles as much as 20 kg/hour. Meanwhile, the average size of plastic bottle flakes produced was under 30 mm^2. Thus, the results of the crushing could reduce the place for storing plastic bottle waste especially for first hand collectors

Keywords: *waste, plastic, crusher, machine*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik pada peradaban manusia yang amat modern ini mengalami peningkatan yang signifikan dari waktu ke waktu. Plastik dianggap sangat ekonomis, praktis, dan mudah dibawa dalam aktifitas sehari-hari. Tercatat bahwa pada tahun 2015, rata-rata pemakaian plastik oleh masyarakat indonesia adalah 5,4 juta ton dan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Dalam hal ini sampah plastik merupakan 14% dari total produksi sampah Indonesia [1]. Bukan hanya di darat, berdasarkan laporan SINTESIS pada tahun awal 2018, diperkirakan terdapat 0,48-1,29 juta ton sampah plastik per tahun bocor ke lautan [2]. Sifat plastik yang ringan dan ekonomis menyebabkan plastik sebagai barang sekali pakai, sehingga volume sampah plastik terus meningkat dari waktu ke waktu. Dengan demikian, bilamana tidak dilakukan upaya penanggulangan,

Diterima: 27 Desember 2018; Direvisi: 27 Februari 2019; Disetujui: 6 April 2019
JTERA, Vol. 4, No. 1, Juni 2019

© 2019 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

kedepan akan menimbulkan masalah lingkungan yang amat serius.

Sampah dari plastik sangat berbahaya bagi lingkungan dikarenakan plastik merupakan bahan yang sulit terurai oleh bakteri dan memerlukan waktu puluhan atau bahkan ratusan tahun untuk terurainya sampah plastik secara alami [3]. Salah satu upaya adalah yang dikenal dengan 3R (*Reuse, Reduce, and Recycle*). Upaya ini dilakukan dengan cara memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan daur ulang agar berkurangnya sampah yang telah ada. Hanya saja permasalahan yang ada sekarang ini adalah penyimpanan sampah plastik memerlukan tempat yang cukup luas serta tingkat kesadaran masyarakat dalam memperlakukan sampah plastik yang dimiliki masih rendah. Dalam upaya memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan daur ulang maka diperlukan alat atau mesin yang dapat dioperasikan sebagai alat pencacah plastik guna memperkecil volume tempat penyimpanan sementara dari sampah plastik tersebut.

Saat ini berbagai jenis dan model mesin penghancur plastik dapat ditemui di pasaran dengan harga bervariasi mulai dari harga 10 jutaan hingga 100 jutaan. Dengan harga tersebut, mesin ini sebagian besar hanya dimiliki oleh pegusaha menengah keatas, sedangkan pengusaha kecil tetap menyimpan dalam kondisi utuh sehingga memerlukan tempat yang besar/luas. Alat penghancur plastik sebenarnya bukan barang baru yang digunakan oleh masyarakat terutama pelaku usaha. Namun hingga saat ini belum diketahui siapa yang pertama kali menciptakan mesin penghancur plastik. Para peneliti juga masih terus mengembangkan model mesin penghancur plastik yang efektif dan efisien dengan kapasitas maksimum namun berbiaya rendah.

Napitupulu dkk. [4] melakukan penelitian tentang mesin pencacah sampah plastik dengan sistem menggunting dimana proses pemasukan material sampah dan proses pencacahan dapat dilakukan dalam waktu bersamaan setelah proses pencacahan pertama dilakukan. Dari hasil uji coba, didapat bahwa untuk plastik dengan ketebalan di bawah 0,3 mm hasilnya kurang optimal dikarenakan terlalu tipis sehingga sulit untuk terpotong, sedangkan plastik dengan ketebalan 2 mm kapasitas mesin mampu menghasilkan + 20 kg/jam. Ichlas dkk. [5] melakukan pengembangan dengan sistem *crusher* dan silinder pemotong tipe *reel*. Alat ini cukup besar dan menggunakan motor listrik tiga fasa dengan daya 10 HP, sehingga mampu menghasilkan serpihan + 200 kg/jam [5]. Dengan daya sebesar tersebut, akan cocok dengan industri menengah ke atas. Upingo dkk. [6] melakukan optimalisasi dengan penambahan sistem otomatis. Dengan ukuran (P x L x T) 50cm x 45 cm x 75 cm, penggerak motor bakar dengan daya 5,5 HP mampu menghasilkan 30 kg/jam.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat mesin pencacah plastik untuk usaha mikro. Tipe mesin yang dirancang menggunakan pemotong tipe sumbu menyudut. Dengan mesin pencacah yang berbiaya rendah, diharapkan mampu digunakan oleh para pelaku usaha mikro.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan terlebih dahulu membuat rancangan. Tahapan pertama dilakukan survei di Kecamatan Towuti, dimana wilayah tersebut terdapat tempat pengumpulan sampah plastik bekas yang dibeli dari pemulung. Survei ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang kondisi penyimpanan sampah plastik dan pengolahannya, serta jenis plastik yang umum dikumpulkan.

A. Perancangan Mesin

Mesin pencacah sampah plastik yang dirancang ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dan material masukan berupa sampah plastik dengan ketebalan 0,2-1 mm. Keluaran dari mesin tersebut berupa cacahan plastik. Perancangan dilakukan terhadap setiap komponen yang ada kemudian dilakukan perakitan. Perancangan diakhiri dengan menghasilkan gambar disain berupa gambar kerja. Persamaan yang digunakan dalam perencanaan mesin penghancur botol plastik ini adalah sebagai berikut [7]-[9]:

Gaya (F) yang diperlukan untuk menghancurkan botol plastik diberikan oleh,

$$F = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{r}} \quad (1)$$

dimana T adalah torsi dan r adalah jari-jari. Besarnya daya (P) yang diperlukan diberikan oleh:

$$P = \frac{\mathrm{T}\ 2\ \pi\ \mathrm{N}}{60} \quad (2)$$

dimana N adalah kecepatan putar pencacah yang direncanakan. Panjang sabuk yang digunakan (L),

$$L = 2\mathrm{C} + \frac{\pi}{2}\ (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 + D_2)}{4\mathrm{C}} \quad (3)$$

dimana C adalah jarak antara kedua *pulley* dan D adalah diameter *pulley*, yang memenuhi persamaan:

$$C = 2D_1 + D_2 \quad (4)$$

Rasio kecepatan yang direncanakan (i) adalah

$$i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{D_1}{2} \quad (5)$$

Torsi poros yang direncanakan (T_D) adalah

$$T_D = \frac{60\ \mathrm{P}\ K_L}{2\ \pi\ \mathrm{N}} \quad (6)$$

dimana K_L adalah *load factor*. Untuk menentukan diameter poros diberikan oleh,

$$\tau_{max} = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(K_B M)^2 + (K_T T_D)^2} \quad (7)$$

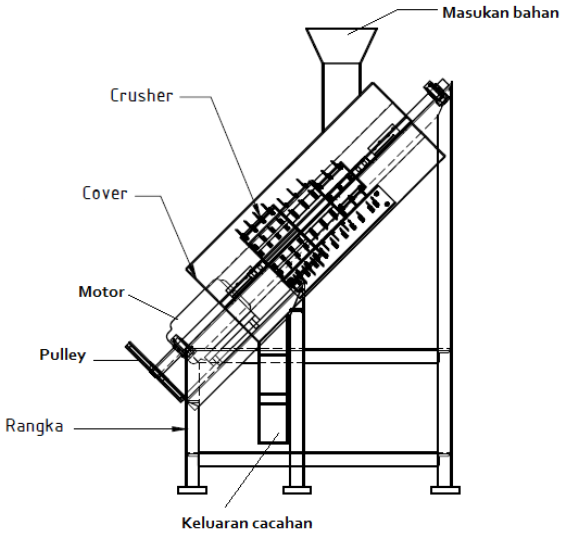
dimana τ_{max} adalah kekuatan geser maksimum ($\leq$0,3 *yield strength*), K_B adalah *bending factor*, M adalah momen bengkok, dan K_T adalah *torque factor*. Perhitungan beban bantalan (W) digunakan persamaan

$$W = v.x\ F_r + y\ F_a \quad (8)$$

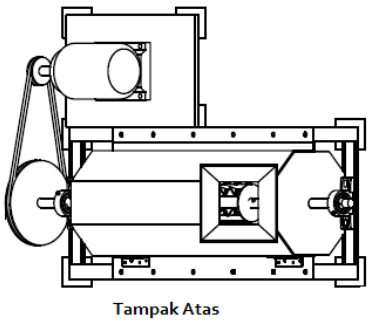
dimana v adalah faktor rotasi bantalan, x adalah faktor radial, y adalah faktor aksial, F_r adalah beban radial, dan F_a adalah beban aksial. Kapasitas mesin (MTC) dihitung berdasarkan

$$MTC = \frac{\text{mass of plastic bottle}}{\text{crushing time}} \quad (9)$$

Adapun desain gambar tampak depan dan atas dari mesin pencacah plastik yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)

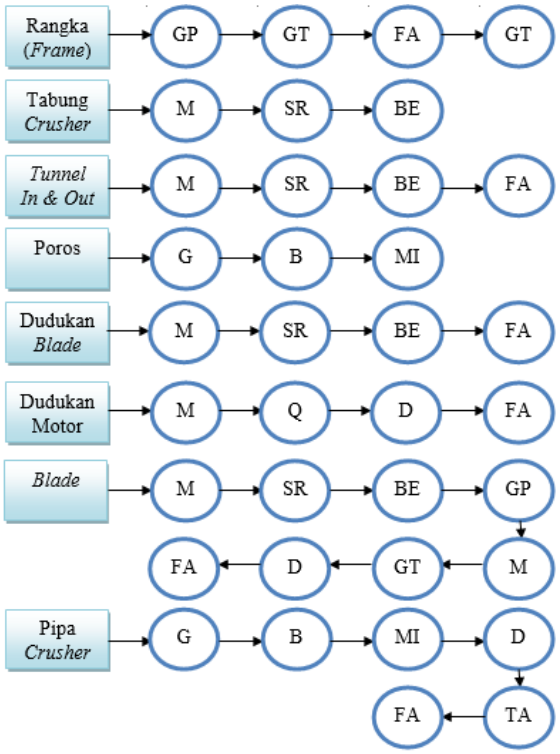


(b)

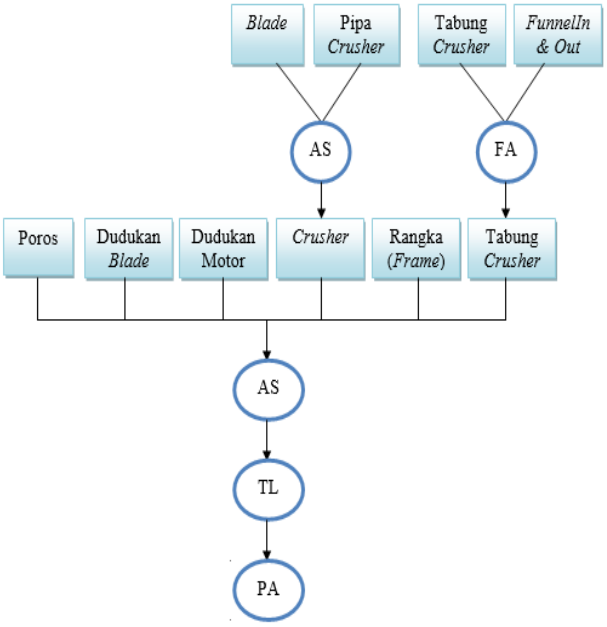
Gambar 1. Rancangan 2D mesin pencacah plastik (a) tampak depan, (b) tampak atas

B. Pembuatan Mesin

Pembuatan komponen mesin pencacah sampah plastik dilakukan sesuai gambar kerja di Bengkel Fabrikasi dan Pengelasan Logam Akademi Teknik Soroako dengan menggunakan bahan standar yang banyak dijual di pasar. Perakitan komponen dilakukan agar menjadi alat/mesin yang kompak dan dapat digunakan sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Urutan pembuatan sebagai berikut:



Gambar 2. Alur proses pembuatan komponen



Gambar 3. Alur proses perakitan komponen

Gambar 2 merupakan alur proses pembuatan komponen, sedangkan Gambar 3 adalah alur proses perakitan komponen. Adapun keterangan pada kedua gambar tersebut adalah seagai berikut:

GP : Gerinda Potong
G : Mesin Gergaji Potong
GT : Gerinda Tangan
B : Mesin Bubut
FA : Fabrikasi/Pengelasan
MI : Mesin Frais
M : *Marking*/Bentangan
D : Bor Tangan
SR : Mesin *Shearing*
Q : *Quicky* (Pemotongan Oxy-Acetilene)
BE : *Bending*
TA : *Tap* (Pembuatan ulir)
AS : *Assembly*
FA : Fabrikasi
TL : *Trial* (Pengujian mesin)
PA : *Painting*

C. Pengujian Mesin

Pengujian dilakukan untuk mengetahui fungsi dan mekanisme kerja mesin pencacah sampah plastik. Bahan uji berupa sampah plastik kering dengan ketebalan 0,3 mm sampai 1 mm. Jika unjuk kerja mesin belum optimal, maka dilakukan modifikasi untuk penyempurnaan komponen maupun unit prototipe. Parameter yang digunakan untuk mengevaluasinya adalah kapasitas, ukuran cacahan, dan mekanisme kerja mesin. Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan

No	Nama Alat	Bahan/ Merek	Spesifikasi/ Ukuran
1	Motor listrik	WIPRO	1 phasa, 1 HP, 2.880 RPM
2	*Pulley*	Alumunium (*casting*)	B2x4”x25
3	*V-Belt*	Karet	A42
4	Besi siku	ASTM 36	L2”x2”
5	*Plate* lembaran	ASTM 36	1/8" x 4’ x 8’
6	*Bearing*	Ø 30 x 62	SKF YET 206, *Pillow Block*
7	*Round bar*	AISI 4140	Ø2" x 4’
8	Kawat las	CIGWeld	Ø2mm
9	Batu gerinda		Ukuran 4”
10	Kabel listrik	Eterna	3 x 1.5mm, 300/500V
11	*Plug* SNI	UTICOM 2 kaki + *Ground*	16 A/250V
12	Baut dan mur	Baja	M8

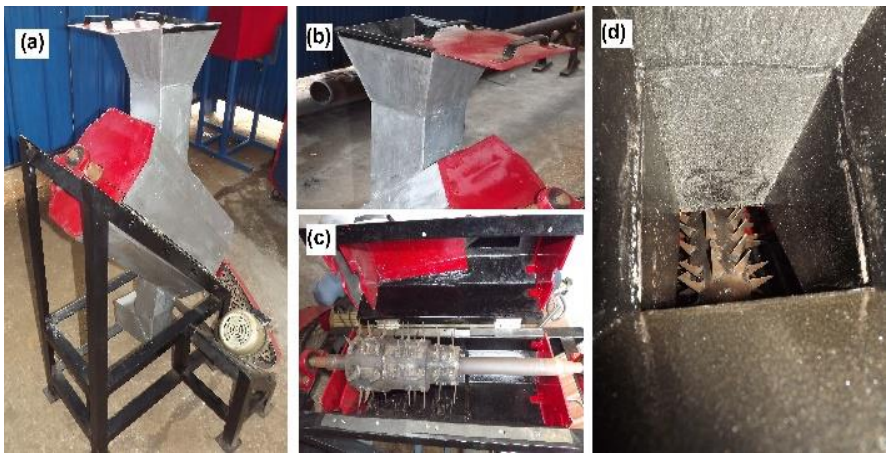
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konstruksi Mesin dan Prinsip Kerja

Hasil rancang bangun mesin terdiri dari 5 bagian utama yaitu rangka, bagian masukan bahan baku, bagian penghancur yang dimiringkan dengan sudut 40^o, bagian penyaluran hasil cacahan, dan sistem transmisi. Kebutuhan daya dihitung sesuai dengan beban yang ditimbulkan dari mesin. Rangka utama terbuat dari baja siku 50 mm x 50 mm. Bagian masukan material terbuat dari baja pelat tebal 3 mm yang disatukan dengan penutup unit pencacah dengan pengikatan yang dapat dilepas pasang agar proses bongkar pasang dapat dilakukan dengan mudah. Unit pencacah terdiri dari pisau putar dan pisau tetap. Pisau putar terdiri dari 3 tingkatan dengan diameter yang berbeda. Pada tingkatan pertama pisau dipasang pada dudukan yang berdiameter 100 mm yang berfungsi untuk memotong botol plastik menjadi potongan yang besar. Potongan tersebut akan berlanjut ke potongan ukuran medium pada pisau tingkatan kedua, dimana sejumlah pisau dipasang pada dudukan yang beriameter 150 mm. Selanjutnya potongan plastik tersebut berlanjut ke prosos pemotongan halus yang dilakukan oleh pisau tingkat ketiga, dimana pisau tersebut dipasang pada dudukan yang berdiameter 200 mm. Agar terjadi proses pengguntingan, maka sejumlah pisau dipasang pada dinding *cover* sebagai pisau tetap. Hasil dari pemotongan tingkat ketiga keluar melalui saluran yang telah dibuatkan untuk selanjutnya dilakukan pengepakan. Hasil rancang bangun mesin pencacah sampah plastik dapat dilihat pada Gambar 4.

B. Hasil Pengujian

Pengujian mesin pencacah sampah plastik berupa uji fungsional yang bertujuan untuk mengetahui apakah hasil rancang bangun dapat berfungsi sesuai dengan disain yang diharapkan. Jika tidak sesuai harus dilakukan modifikasi sampai menghasilkan unjuk kerja yang baik. Setelah dilakukan pengujian pada putaran motor (rpm) 2.880 rpm dan putaran poros pencacah 830 rpm, diperoleh hasil bahwa kapasitas mesin sesuai dengan yang diharapkan, yaitu rata-rata 20 kg/jam. Namun, masih ada beberapa hal yang perlu dibenahi yaitu konstruksi *crusher*. Pisau-pisau pencacah yang ada pada crusher perlu dirancang ulang karena jenis pisau yang ada pada mesin ini mudah rompal. Begitupun dengan jenis sambungan yang digunakan untuk menyambung dan mengikat *blade* pada *crusher*. Kemudian peletakan *blade* juga perlu dirancang kembali. Hal ini menyebabkan ukuran hasil cacahan yang keluar masih belum merata walaupun ada yang mencapai target yaitu di bawah



Gambar 4. Hasil rancangan mesin pencacah: (a) unit mesin pencacah, (b) bagian masukan bahan, (c), bagian *crusher*, (d) posisi *crusher* pada lubang pemasukan



Gambar 5. Hasil cacahan botol plastik

Tabel 2. Data proses uji coba

No	Jenis sampah plastik	Tebal (mm)	Berat yang dicacah (gr)	Waktu untuk mencacah (s)
1	Gelas air mineral	0,3	500	80
2	Gelas minuman	0,5	500	85
3	Botol air mineral	0,5	1.000	190
4	Botol minuman	0,9	1.000	195

30 mm^2. Hasil dari pencacahan botol plastik dapat dilihat pada Gambar 5 dan hasil pengujian pada Tabel 2. Adapun perbaikan yang dapat dilakukan adalah memperkecil jarak antar *blade* yang ada di bagian *crusher* atas serta pisau *blade* dilakukan proses perlakuan panas agar tidak mudah rompal.

IV. KESIMPULAN

Perancangan dan pembuatan mesin pencacah sampah plastik tipe sumbu menyudut untuk usaha mikro telah berhasil dilakukan. Hasil optimalisasi mesin yang sudah dirancang dan dibuat mampu mencacah botol plastik hingga 20 kg/jam. Dengan penggunaan mesin ini, dapat lebih efektif dan efisien dalam proses pencacahan botol plastik karena ukuran hasil cacahan yang dihasilkan adalah rata-rata 30 mm^2, sehingga akan dapat mengurangi kebutuhan ruang tempat pengepakan sampah. Mesin ini sangat cocok digunakan untuk pengepul tingkat pertama karena daya listrik yang diperlukan hanya 1 HP (736 Watt) dengan kapasitas yang maksimal. Konstruksi juga sangat sederhana dan dapat dibuat pada bengkel-bengkel skala kecil, sehingga biaya yang diperlukan untuk membuatnya cukup murah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM Akademi Teknik Soroako yang telah memberikan dukungan dalam bentuk dana dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Bengkel Pemesinan dan Fabrikasi logam ATS yang telah memberikan bantuan penggunaan fasilitas.

REFERENSI

[1] Hartanto, "Desain dan Analisa Mesin Crushing Botol Plastik Bekas Untuk Industri Kecil Dengan Menggunakan Simulasi," Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.

[2] A. Acharya. (2018). Hotspot Sampah Laut Indonesia. Laporan SINTESIS. [Online]. Available http://documents.worldbank.org/curated/en/642751527664372193/pdf/126686-INDONESIA-29-5-2018-14-34-5-SynthesisFullReportAPRILIND.pdf

[3] R. Ahvenainen, *Modern Plastics Handbook (1st edition)*, Woodhead Publishing Limited, pp. 24.1, 2003.
[4] R. Napitupulu, M. Subkhan, and L. D. Nita, "Rancang bangun mesin pencacah sampah plastik," *Jurnal Manutech*, pp. 1-4, 2013.
[5] I. Nur, N. Nofriadi, and R. Rusmardi, "Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher Dan Silinder Pemotong Tipe Reel," *Prosiding Semnastek*, vol. 1 no. 1, 2014.
[6] H. Upingo, Y. Djamalu, S. Botutihe, M. P. Gorontalo, and K. P. D. P. B. Bolango, "Optimalisasi Mesin Pencacah Plastik Otomatis," *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, vol. 1, pp. 112-139, 2017.
[7] E. K. Orhorhoro, *et al*, "Performance Analysis of Locally Design Plastic Crushing Machine for Domestic and Industrial Use in Nigeria," *European Journal of Engineering Research and Science*, vol. 1 no. 2, pp. 26-30, 2016.
[8] J. Rajagukguk, "Analisis Perancangan Mesin Penghancur Plastik," *Jurnal Dinamis*, vol. 2 no. 12, pp. 60-69, 2013.
[9] H. Sonawan, *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung: Alfabeta, 2010.