

PENGUATAN KEBANGSAAN MELALUI PRODUK RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH PLASTIK *SINGLE SHAFT* SKALA RUMAH TANGGA

Muhammad Salik Kasyifullah¹, Suryaman²

^{1,2}Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

Email : tmukri.suryaman@gmail.com

Abstract: *The use of plastic as a packaging material and other equipment has caused environmental problems. The longer it accumulates, because plastic waste is not easily destroyed by rain and sun or microbes that live in the soil, this increasing environmental damage. In order to overcome this environmental problem, you can apply 3R (Reduce, Reuse, Recycle) by recycling plastic waste and reprocessing it into plastic ore or into plastic molding products. The purpose of this research is to produce a plastic shredder capable of chopping plastic waste according to the target to be achieved with a Shredder Machine design system with two edge cutters for cutting plastic waste, Solidworks is used to produce blade geometry and shape, blade material used is SS400 which has been carburized to make it stronger and more resilient, from the calculation process the plastic chopper obtained 0.45 Hp With a rotation of 47 RPM and a shaft diameter of 28 mm with a total of 14 Rotating Blades and 40 Silent Blades the production process obtained 62 kg/hour*

Keyword: *Plastic Shredder, Plastic Waste, Plastic Ore, plastic waste, cutting angle.*

Abstrak: Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan maupun peralatan lainnya telah menimbulkan masalah lingkungan. Semakin lama semakin menumpuk, karena sampah plastik tidak mudah hancur baik oleh cuaca hujan dan matahari ataupun mikroba yang hidup di tanah sehingga meningkatkan kerusakan lingkungan. Guna mengatasi masalah lingkungan ini maka, bisa menerapkan 3R (Reduce, Reuse, Recycle) dengan mendaur ulang sampah plastic dan di olah Kembali menjadi bijih plastik atau menjadi produk cetakan plastik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan mesin pencacah plastic yang mampu mencacah sampah plastik sesuai dengan target yang ingin di capai dengan system rancangan mesin pencacah/Shredder Machine dengan dua pemotong tepi untuk memotong sampah plastik, *Solidworks* digunakan untuk menghasilkan geometri dan bentuk bilah, material blade yang digunakan adalah jenis material SS400 yang telah di karburisasi agar lebih kuat dan ulet, dari proses perhitungan alat pencacah plastic didapatkan 0,45 Hp Dengan putaran 47 RPM dan diameter poros sebesar 28 mm dengan jumlah 14 Pisau Berputar dan 40 Pisau Diam proses produksi didapatkan 62 kg/Jam

Kata Kunci: *Mesin Pencacah plastik, Limbah Plastik, Bijih Plastik, sampah plastik, sudut pemoton*

PENDAHULUAN

Polusi plastik telah menjadi perhatian global karena pembuangan sampah plastik yang masih buruk. Pemerintahan Indonesia terus berupaya menanggulangi sampah plastik karena akan berdampak pada pencemaran lingkungan yang mana sifat plastik lama terurai bahkan susah terurai jika dibuang sembarangan, Namun penggunaan plastik juga tidak dapat

dihentikan secara sepenuhnya, perlu Gerakan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Sebagai alternatif, perlu daur ulang (*recycle*) mandiri. Penghancur plastik/shredder adalah Mesin pendahuluan yang digunakan untuk memotong sampah plastik menjadi potongan-potongan kecil sebelum mengubahnya menjadi produk yang bermanfaat. Konsep desain mesin shredder ini cukup mirip. Poros dan bilah adalah komponen penting dalam mesin penghancur yang menentukan kinerjanya. Geometri dan orientasi bilah yang dipasang ke dalam poros tunggal atau ganda ditemukan secara langsung mempengaruhi kinerja penghancuran. Perkembangan teknologi manfaat plastik tidak bisa disangkal, murah, ringan, dan mudah untuk membentuk. Karena keserbagunaannya plastik telah menggantikan bahan tradisional seperti logam, kayu, dan kulit. Saat ini plastik banyak digunakan untuk kemasan minuman, makanan dan tekstil, otomotif, manufaktur, alat kesehatan.

Menurut Laporan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa Bangsa (UNEP) pada tahun 2018 hanya 9% dari Sembilan Miliar Ton Plastik yang pernah diproduksi dunia telah didaur ulang, sementara sebagian besar berakhir di tempat pembuangan akhir tempat sampah atau lingkungan. Dengan analisis dan perancangan dapat memberikan gambaran selangkah lebih maju dengan memiliki rancangan ini memberikan tampilan dan kemudahan untuk pengelolaan limbah sampah plastik, mengetahui cara bekerja mesin pencacah serta dapat menghasilkan bijih cacahan plastik 50 Kg dalam sehari dan mudah dioperasikan.

TINJUAN PUSTAKA

Rangkaian mesin *Shredder* (Pencacah) adalah mesin yang berfungsi untuk menghancurkan dimensi awal bahan baku menjadi lebih kecil. Dari karakteristik proses penghancuran, mesin penghancur terbagi menjadi beberapa jenis mesin, *shredder*, *Grinder* dan *Granulator*. *Shredder* (Pencacah) biasanya dilakukan pada putaran yang rendah (*Low Speed, High torque*). Mesin pencacah dirancang untuk mengubah komponen besar dan menghancurkannya secara acak menjadi lebih kecil sekitar 10 – 20 mm atau lebih besar. Pada proses penghancuran sampah plastik menggunakan shredder mesin tentu akan melibatkan dua jenis pisau yang berlawanan, pada umumnya proses pemotongan identik dengan proses permesinan, dimana proses permesinan adalah proses pembentukan gram (*chip*) akibat proses shearing terhadap benda kerja. Secara konsep klasifikasi proses pemotongan material terbagi menjadi beberapa macam bagian diantaranya :

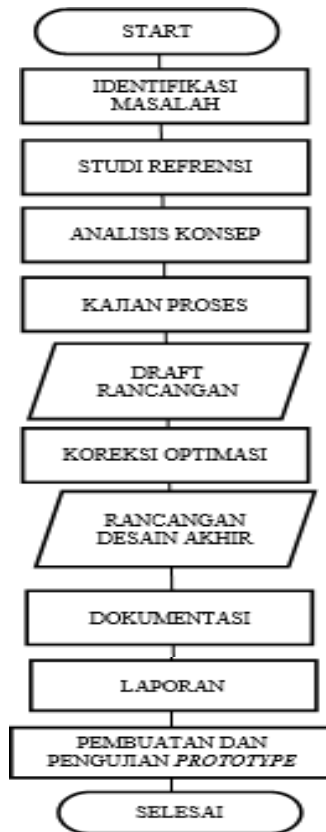
1. Klasifikasi berdasar gerak *relative* Pahat (Gerak potong & Gerak Makan)
2. Klasifikasi berdasarkan tujuan dan cara pengerjaan
3. Klasifikasi berdasarkan proses terbentuknya permukaan
4. Klasifikasi berdasarkan mata potong Pahat

Dalam suatu tingkatan proses pemotongan ukuran objektif dan pahat ditentukan dengan kecepatan potong, ada 5 elemen mesin dalam proses pemotongan :

- a. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) : v (m/min).
- b. Kecepatan Makan (*Feeding Speed*) : vf (m/min).
- c. Kedalaman Potong (*Depth of Cut*) : a (mm)
- d. Waktu Pemotongan (*Cutting Time*) : t_c (min)
- e. Kecepatan Penghasilan Geram (*Rate of Metal Removal*) : Z (Cm^3/min)

Prinsip kerja pada mesin pencacah plastik yaitu memutar poros/shaft yang terhubung dengan pisau melalui pin lock, pisau inilah yang akan menjadi komponen untuk memotong plastik, pisau pada mesin shredder ini terdapat dua jenis pisau yaitu statis yang terpasang/menempel dengan body dan pisau dinamis bergerak secara aktif. Pemotongan terjadi antara gerak pisau berputar bertemu dengan pisau diam layaknya sebuah gunting, dan akan memotong material hingga batas geser material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini jelas diperlukan material yang lebih unggul dari pada material benda kerja, keunggulan tersebut bisa diapai dengan memperhatikan berbagai segi; 1). Kekerasan, kemampuan material untuk menahan proses pemotongan, 2). Keuletan, kemampuan material untuk mempertahankan keuletannya, 3). Tegangan, tarik kemampuan material yang berfungsi sebagai parameter perubahan bentuk material akibat gesekan, 4). Tegangan, geser kemampuan material berfungsi untuk mengamati deformasi material akibat gesekan. 5).

Kecepatan Potong Parameter suatu material untuk mengetahui kecepatan standar yang mampu memotong material tertentu. Mesin shredder akan direalisasikan menjadi fungsi untuk kebutuhan dan sebagai pembelajaran. Digunakan metode perancangan untuk memandu setiap Langkah penyelesaian.



Beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses pengerjaan rancang bangun mesin pencacah plastik ditunjukkan pada table 2 & 3 sesuai dengan fungsi dan kebutuhan masing masing.

Tabel 2 ~~Kebutuhan~~ Alat

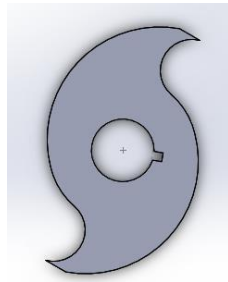
No	Alat	Kegunaan
1.	Software Solidworks	Untuk mendesain awal alat mesin yang akan dirancang
2.	Laser Cutting	Membentuk Part sesuai dengan desain rancangan dengan tingkat ketelitian skala 1:1
3.	Frain/Milling	Membuat material/component menjadi bentuk profil yang sudah ditentukan serta membuat lubang alur dan menghaluskan permukaan
4.	Mesin Bubut	Membuat Material menjadi bentuk silinder salah satunya shaft pada mesin
5.	Mesin Gerinda Tangan	Untuk meratakan permukaan kasar dan memotong material
6.	Mesin Las	Menyambung besi siku maupun frame unit

Tabel 3 Bahan Utama

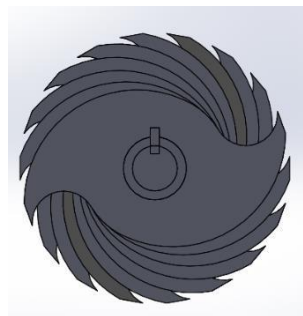
No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Poros Baja ST 41	∅ 28	Rangka utama dudukan Pisau Berputar
2.	Plat SS 400	Bodi: P. 1200mm x L.900mm x T 5mm, P.240mm x L.260mm T.12 Pisau: P.1200mm x 700mm x T.10mm	Bahan Utama Komponen Parts Mesin
3.	Induction Motor YS 7114	RPM 1400/4 Pole/50Hz/1,71Nm/0,25Kw	Sumber penggerak pada mesin pencacah
4.	Bearing	UCFL 204	Bantalan dari AS supaya berputar tetap pada porosnya
5.	Besi Siku & Hollow	Tebal 2mm	Sebagai Rangka sekaligus dudukan pada mesin pencacah
6.	Gearbox	Ratio 1:30	Mengatur Arah gerak dan kecepatan Torqi sesuai dengan skala ratio yang digunakan

METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan mesin shredder memiliki variasi geometri dari bilah yang mengacu pada jumlah ujung pemotong. Sudut potong dan ketebalan pisau dapat digambarkan di bawah ini :



Gambar 1 Desain Pisau

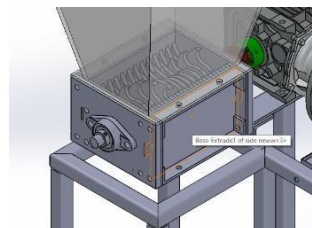


Gambar 2 Geometri Pisau/Posisi Pisau

Selama operasi mesin pencacah bekerja dengan sumbu yang sejajar, pemotongan terjadi pada antarmuka kedua bilah diam dan bergerak.



Gambar 3 Orientasi Pisau



Gambar 4 perancangan Sistem Pisau

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kapasitas aktual pencacahan merupakan banyaknya bahan yang keluar dari mesin setelah mengalami proses pencacahan. Perhitungan kapasitas aktual mesin dilakukan dengan cara mengambil hasil cacahan yang keluar dari outlet dalam selang waktu tertentu, didapatkan kapasitas aktual dalam 1 menit sebesar 1,15 Kg. Uji Coba yang dilakukan terhadap mesin

pencacah sampah plastik dilakukan sebanyak 2x penggilingan dengan 4 jenis plastik yang digunakan yaitu PET,PS,HDPE,PP dengan hasil cacahan Rata Rata berukuran 8 – 12 mm variasi posisi pisau berbentuk Spiral.



Gambar 5 Hasil Pengujian Cacahan Pertama PET Kemasan

Gambar 6 Hasil Pengujian Cacahan Kedua PET Kemasan



Gambar 7 Hasil Pengujian Cacahan Pertama PET Tutup Botol



Gambar 8 Hasil Pengujian Cacahan Kedua PET Tutup Botol



Gambar 9 Hasil Pengujian Cacahan Pertama PET Botol Kemasan



Gambar 10 Hasil Pengujian Cacahan Kedua PET Botol Kemasan



Gambar 11 Hasil Pengujian Cacahan Pertama PP Tutup Tupperware



Gambar 12 Hasil Pengujian Cacahan Kedua PP Tutup Tupperware



Gambar 13 Hasil Pengujian Cacahan Pertama PS Botol Yakult



Gambar 14 Hasil Pengujian Cacahan Kedua PS Botol Yakult



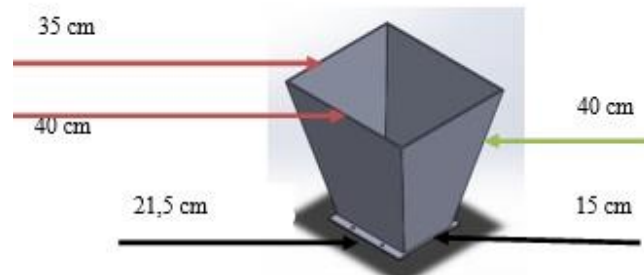
Gambar 15 Hasil Pengujian Cacahan keseluruhan PET,PP,PS,HDPE

Perancangan awal meliputi perancangan pisau pemotong tipe *Shredder*, perencanaan daya yang dibutuhkan pisau pemotong, putaran pisau pemotong, pemilihan motor, material yang digunakan serta kapasitas *hooper*, dan hasil produksi. Sistem pemotong *shredder* menggunakan 1 buah *silinder* pemotong memiliki pisau yang tersusun dan berputar berlawanan guna dapat bekerja meremukkan,menjepit serta mencabik.

Tabel 4: Data Perencanaan Pisau

Diameter	120 mm
Tebal	7,50 mm
Bahan	SS400
Luas Penampang	28 mm ²
Jumlah Mata Pisau	14

Mesin ini di desain digunakan 1 operator sehingga dimensi hooper harus semaksimal mungkin menyesuaikan dengan dimensi mesin untuk mencacah plastik. Sehingga didapat desaian seperti gambar di bawah:



Gambar 16 Desain hooper

Jika Hooper didesain hanya untuk menampung 1 Kg Botol Plastik dengan berat rata rata botol plastik 26 gram, Maka $1000 \text{ gram} / 26 \text{ gram} = 39$ Botol Plastik dalam 1 Hooper dengan 1x Penuangan, untuk mencari penghasilan kapasitas mesin dalam 1 menit maka perlu mengetahui volume 1 botol plastic kosong tanpa perlakuan (Kosong). Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Massa Jenis} &= \frac{\text{Berat (Kg)}}{V \text{ (Kg/m}^3\text{)}} \\ \text{Berat Botol} &= 26 \text{ Gram} / 0,0026 \text{ Kg} \\ \text{Volume Botol} &= 565 \text{ cm}^3 / 0,000565 \text{ m}^3 \\ \text{Maka} &= \frac{0,0026}{0,000565} = 46,017 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Volume 1 Botol Plastik tanpa perlakuan (kosong) yaitu sebesar 565 cm^3 dan untuk 1 Kg botol Plastik $V = 39 \times 565 = 22.035 \text{ cm}^3$ maka volume *hooper* tidak boleh kurang dari 22.035 cm^3 perlu mengetahui berapa kapasitas *hooper* dalam sekali proses kerja :

Luas Kotak Atas

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ A &= 40 \times 35 \\ A &= 1400 \text{ Cm}^2 \end{aligned}$$

Luas Kotak Bawah

$$\begin{aligned} B &= P \times L \\ B &= 21,5 \times 15 \\ B &= 322,5 \text{ Cm}^2 \end{aligned}$$

Volume Hooper

$$\begin{aligned} V_{\text{Hooper}} &= \frac{1}{3} (A + B + \sqrt{A \times B}) \\ V_{\text{Hooper}} &= \frac{40}{3} + (1400 + 322,5 + \sqrt{1400 \times 322,5}) \\ V_{\text{Hooper}} &= \frac{40}{3} + (1.722,5 + 671,9) \\ V_{\text{Hooper}} &= \frac{40}{3} 2.394 \\ V_{\text{Hooper}} &= 31.920 \text{ cm}^3 \text{ Convert to M} = 0,03192 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kapasitas Hooper

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Hooper} &= V_{\text{Hooper}} \times \rho \\ \text{Kapasitas Hooper} &= 0,03192 \text{ m}^3 \times 46 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kapasitas Hooper} &= 1,46 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dengan begini maka desain hooper dapat memenuhi kapasitas yang direncanakan dan dapat menampung sebanyak 1,46 Kg botol plastik tanpa perlakuan, setelah mengetahui kecepatan poros, volume hooper dan massa jenis botol maka penghasilan kapasitas mesin dalam 1 menit (Q) dapat kita ketahui dengan persamaan rumus :

Penghasilan Mesin dalam 1 Menit

$$\begin{aligned} Q &= n \times V \times \text{Massa Jenis Botol} \\ Q &= 47 \text{ RPM} \times 0,03192 \times 46 \text{ kg/m}^3 \\ Q &= 69,01 \text{ kg/jam} \\ \text{kg}, \quad Q &= \frac{01_{jam} \times 1 Jam}{60 \text{ menit}} \\ Q &= 1,15 \text{ kg/menit} \end{aligned}$$

Setelah semuanya diketahui maka Langkah berikutnya adalah mencari kebutuhan daya motor, nilai potong, nilai torsi pisau untuk jenis plastik yang akan di proses oleh mesin dimulai dengan mencari Torsi dan daya dilanjutkan dengan nilai potong dengan persamaan Diketahui Spesifikasi Mesin

Nama	: Induksi Motor
Type	: YS 7114
Insul	: B Class
Rpm	: 1400/4 Pole
Torque	: 1,71 Nm
Kw	: 0,25 Kw

Perhitungan Daya

$$P = (T \times N) : 5252$$

Dimana :

P = Daya dalam satuan *HP*

T = Torsi (Nm)

N = Jumlah Putaraan Per Minute

5252 = Nilai Konstanta untuk daya motor satuan *HP*

Diketahui :

$$P = (T \times N) : 5252$$

$$P = (1,71 \times 1400) : 5252$$

$$P = 0,45 \text{ Hp}$$

Daya yang dimiliki mesin pencacah YS 7114 ini adalah 0,45 Hp.

Perhitungan Torque

$$T (5252 \times P) N$$

Di mana :

P = Daya dalam satuan *HP*

T = Torsi (Nm)

N = Jumlah Putaraan Per Minute

5252 = Nilai Konstanta (*HP*)

Diketahui :

$$T = (5252 \times 0,45) \times 1400$$

$$T = 1,68 \text{ Nm (Sebelum Penggunaan Gear Box)}$$

$$T = (5252 \times 0,45) \times 47$$

$$T = 50,2 \text{ Nm/ } 5 \text{ kgf (Setelah penggunaan Gearbox Ratio 1:30)}$$

Gaya Potong Jenis Plastik

Adapun nilai kekuatan potong untuk masing masing jenis plastik yang akan di uji dalam perancangan mesin *shredder type single shaft* ini yaitu :

Shear Strenght Jenis Plastik

1. PET	: 1,2 N/mm²
2. PP	: 3 N/mm²
3. HDPE	: 2,5 N/mm²
4. ABS	: 3,4 N/mm²
5. PS	: 1 N/mm²

Setelah mendapat nilai gaya potong setiap jenis plastik selanjutnya mencari nilai torsi pada pisau dengan menggunakan persamaan rumus :

Gaya Potong Pisau

$$F = A.Fs$$

Dimana :

F = Gaya yang bekerja pada pisau (N)

Fs = Tegangan geser bahan yang akan dipotong (PP,PET,PS,HDPE)

A = Luas Penampang bahan yang dipotong

Diketahui :

$$F = A.Fs$$

$$F = (28 \text{ mm} \times 14 \text{ Pcs}) \times 1,2 \text{ N/mm}^2 \text{ (Jenis PET)}$$

$$F = 392 \text{ mm}^2 \times 1,2 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 470,4 \text{ N}$$

Nilai Torsi Pisau

$$T = F \times r$$

Dimana :

T = Torsi

F = Gaya Potong Pisau

r = Jari' Pisau Rotary

Diketahui :

$$T = 470,4 \times 0,06 \text{ m}$$

$$T = 28,2 \text{ Nm/} 2,8 \text{ kgf}$$

Maka diketahui bahwa kebutuhan nilai torsi untuk mencacah plastik jenis PET adalah 2,8 kgf.

Rencana Kebutuhan Daya

Kebutuhan daya yang diperlukan untuk memotong plastic jenis PET bisa menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$P = T \left(\frac{2\pi n}{60} \right)$$

Dimana :

P = Daya

T = Nilai Torsi Pisau (Nm)

n = putaran poros yang direncanakan

$$P = 28,2 \left(\frac{2 \times 3,14 \times 47}{60} \right)$$

$$P = 28,2 \times 4,9$$

$$P = 138,18 \text{ Watt}$$

Maka kebutuhan daya untuk proses pemotongan jenis PET adalah 138,18 Watt

KESIMPULAN

Perancangan mesin pencacah plastik ini sebagai berikut:

1. Mesin pencacah bekerja dengan menggunakan Motor Listrik AC jenis YS7114 dan memutar poros pisau untuk kemudian memakan dan mencacah plastik dengan kecepatan 47 RPM
2. Desain Rancangan yang digunakan adalah Single Shaft yaitu model mesin pencacah yang dirancang hanya dengan satu poros berputar yang memutar susunan pisau guna proses pencacahan dengan jenis plastik yang dapat diproses yaitu (PP, PET, PS dan HDPE)
3. Jenis plastik yang dapat diproses yaitu (PP, PS, PET dan HDPE) dari hasil pengujian hasil cacahan berbanding lurus dengan ketebalan pisau rotor, kecepatan makan dan potong serta geometri pisau yakni rata-rata hasil cacahan 8-12 mm
4. Mesin pencacah bisa beroperasi 3-4 jam kerja dalam sehari lebih dari itu akan adanya pengurangan kinerja karena panas/overheat.
5. dalam 1 jam beroperasi sesuai dengan perhitungan mesin dapat menghasilkan 68 kg dalam 1 jam kerja.
6. Adapun untuk pengujian pada plastik jenis PET rata-rata hasil cacahan tidak sempurna dalam sekali cacahan dikarenakan sifat elastisitas yang tinggi dan adanya heat transfer akibat gaya tekan dan gesek pisau dengan objek sehingga tidak maksimalnya proses shearing, bisa dilihat di hasil uji coba dan hasil cacahan pada point 4.4 sementara untuk Hasil Cacahan PP, PS lebih terurai dan rapih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan dimuatnya artikel hasil pengamatan ini, kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para pengurus jurnal JKRI. Terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dan tidak bisa kami sebutkan satu per satu namanya, hingga naskah ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Rahim, Ahmad Nor Muhamad Khatib, Noor Hasyimah, 2021, *Development Of PET Bottle Shredder Reverse Vending Machine*
- Adriyan, Marfiza dan Suffiyanto 2019, *Design Concept of a shredder Extruder Machine in single main move with quality function deployment (QFD) Approach*, Jambi
- Ahmad Darmawi, Bambang Yulianto, Deddy harianto, Mokh affifuddin,, Sugiarto, yulius sarjono, 2021, *Designing Textile Waste Shredder machine for Continues Product*, Yogya
- Aidha Faizatul Abidah, Novi Sukma Drastiawati, 2019, *Analisis SS400 Hasil Carburizing, Media Arang Tempurung, Kelapa-BaCO₃ dengan variasi temperature pemanasan dan Holding Time ditinjau dari pengujian kekerasan dan struktur mikro*
- Alfan Eka Jati Latief dan Nuha Desi Anggreni, 2018, *Rancang Bngun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting*, Bandung
- Annisa, Asep Indra Komara ,Riki Adhiarto, 2019, *Studi Rancang bangun mesin plastic waste shredder kapasitas 15 Kg/Hari Dengan Aplikasi VD222*
- Asep Yusuf, Sidik Maulana, Totok Herwanto, Wahyu k Sugandi, 2017, *Uji Kinerja Mesin Pencacah Plastik (Studi Kasus Bank Sampah Tasikmalaya (BST) di Desa Cikunir, Kecamatan Singaparna, Kabupaten Tasikmalaya)*, Tasikmalaya.
- Liza Rusdiyana, Suhariyanto, Eddy Widiyono, Mahirul Mursid, 2015, *Analisa Gaya dan Daya Mesin Pencacahan Rumput Gajah Berkapasitas 1350 kg/jam*, Surabaya.
- Muhamad Yunus, 2020, *Perancangan Rangka Pada Alat Penyimpanan Barang*, Pekan Baru, Riau.
- Siti Suharyatun, Vol 4 Buku 4, *Pendekatan matematik kebutuhan torsi pemotongan, pada pisau pemotong rumput tipe rotary*, Lampung
- Suyadi, 2010, *Kaji Eksperiment Kekuatan Tarik Produk-Produk Berbahan Plastik Daur Ulang*, Makassar