

PERANCANGAN ULANG MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK SKALA UKM KAPASITAS 10 KG/JAM TERKONEKSI DENGAN SMARTPHONE ANDROID

Redesign Of Plastic Bottle Crusher Machine Scale (Ukm) Capacity 10 Kg/Hour Connected To Android Smartphone

DEDI DJUNAEDI¹, DUDUNG HERMAWAN¹, SYAHRUL ANWAR¹, TUGIMAN FARUDIN¹

¹ Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam as-syafi'iyah . Jakarta
Email : Djuned609@gmail.com

ABSTRACT

Redesign of this plastic bottle waste collection machine using electric motor drive with power power of 2 HP 1 phase 1,491 Kw. Then the power is transmitted using a V-belt connected from the drive pulley to the driven pulley. where the pulley is moved connected with the shaft to roll the blade of the enumerator and input material in the form of plastic bottle waste made of PET plastic inserted through the input hooper. Then enter the enumeration chamber. In the enumeration chamber room there is a counting process on plastic bottles due to the presence of a counterpoint. Then the plastic bottle is chopped into small pieces and will come out through a sieve to the output hooper and accommodated in the box. Components of this plastic bottle waste collection machine include 2 pully pieces each $d_1 = 71$ mm and $d_2 = 110$ mm, Shaft with a diameter of 22 mm, using rolling pads, and using type A V-belt belt with a milling capacity of 10 Kg / Hour.

Keywords : *redesign, Plastic Bottle Enumeration, capacity*

ABSTRAK

Perancangan ulang mesin pencacah sampah botol plastik ini menggunakan penggerak motor listrik dengan kekuatan daya 2 HP 1 phase 1,491 Kw. Kemudian daya ditransmisikan dengan menggunakan V-belt yang terhubung dari *pulley* penggerak ke *pulley* yang digerakkan dimana *pulley* yang digerakkan terhubung dengan poros untuk memutar mata *Pisau pencacah* serta material masukan berupa sampah botol plastik berbahan plastik PET yang dimasukkan melalui *hooper input*. kemudian masuk ke ruang *chamber* pencacah. Di dalam ruang *chamber* pencacah terjadi proses pencacahan pada botol plastik yang dikarenakan adanya mata pisau pencacah. Kemudian botol plastik yang tercacah menjadi serpihan kecil dan akan keluar melalui saringan menuju *hooper output* dan tertampung dikotak tampungan hasil cacahan. Komponen – Komponen mesin pencacah sampah botol plastik ini diantaranya 2 buah *pully* yang masing-masing $d_1 = 71$ mm dan $d_2 = 110$ mm, Poros dengan diameter $\varnothing 22$ mm , menggunakan bantalan gelinding , serta menggunakan sabuk V- *belt* Type A dengan kapasitas hasil penggilingan 10 Kg/ Jam.

Kata kunci: perancangan ulang, pencacah botol plastik, kapasitas

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam kehidupan sehari-hari banyaknya botol minum bekas yang terdapat disekitar kita menjadi limbah yang dapat mengganggu kebersihan lingkungan dan ternyata selama ini belum diolah dengan baik daur-ulangannya, jumlah penduduk semakin meningkat dari tahun ketahun begitu juga dengan penggunaan botol plastik yang semakin meningkat, sehingga sampah botol plastik jumlahnya semakin lama

semakin bertambah. penggunaan produk plastik secara tidak ramah lingkungan menyebabkan berbagai masalah lingkungan hidup yang serius seperti dampak negatif sampah plastik yaitu merusak lingkungan⁽¹⁾.

Pada tempat pembuangan sampah terpadu (TPST). Pada kenyataannya didaerah Bantargebang para usaha kecil menengah (UKM) memanfaatkan sampah botol plastik untuk menjadi barang yang bernilai ekonomis dan dapat menjadi ladang usaha bagi masyarakat setempat dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Namun masyarakat setempat mengolah sampah botol plastik masih menggunakan cara manual seperti menggunakan gunting untuk pencacahan sampah botol plastik, menggunakan tangan tidak dengan bantuan mesin⁽²⁾.

Para usaha kecil menengah (UKM) melakukan daur ulang dengan mengolah sampah botol plastik menjadi beberapa bagian potongan atau menggunakan pisau dialasi oleh kayu. Hal ini membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak dan waktu pengerjaan yang relatif lama dibandingkan dengan menggunakan mesin pencacah botol plastik.

Mesin pencacah botol plastik dirancang untuk bekerja berdasarkan tenaga atau daya yang diperoleh dari motor listrik⁽²⁾.

Daya dari motor listrik ditransmisikan ke sistem pemotong melalui transmisi sabuk-v dan puli. Melalui rangkaian sistem transmisi, daya motor dapat memutar sistem pemotong sesuai putaran yang diinginkan. Namun pada umumnya mesin pencacah botol plastik hanya terdapat pada industri-industri besar saja. dengan berkembangnya teknologi sekarang yang semakin canggih, keberadaan *handphone* pintar atau biasa disebut *smartphone* menjadi kebutuhan dasar tersendiri bagi masyarakat⁽³⁾.

Selain sebagai media yang dapat memudahkan komunikasi sehari-hari, terdapat berbagai macam fungsi *handphone* yang tidak kalah penting. Dalam hal ini, fungsi *smartphone* dapat berperan sebagai sarana untuk mengoperasikan berbagai aplikasi yang membantu pekerjaan hingga media penyimpanan data penting. Sehingga dapat dikatakan, bahwa *smartphone* saat ini dapat berperan sebagai asisten pribadi setiap orang yang dapat digunakan kapan saja untuk membantu berbagai macam pekerjaan.

Fungsi *smartphone* ini tentu perlu dimanfaatkan dengan baik untuk mendukung produktivitas harian dengan lebih efektif. untuk membantu permasalahan tersebut penulis membuat perancangan ulang mesin pencacah botol plastik skala Ukm kapasitas 10 kg/jam terkoneksi dengan *smartphone* android. dalam menunjang alat tersebut maka dibuat suatu perancangan alat yang sederhana untuk mengolah sampah botol plastik. Alat ini mengubah bentuk sampah botol plastik menjadi kepingan-kepingan kecil sehingga memudahkan dalam proses pendaur-ulangan⁽⁴⁾.

Alat pencacah botol plastik memiliki konstruksi yang kuat dan kokoh serta ringkas dan sederhana. Pada pengoperasian alat ini sudah bisa terkoneksi dengan *smartphone* android yang sudah terinstall simecah (aplikasi mesin pencacah) untuk menghidupkan dan mematikan mesin melalui jaringan bluetooth, tetapi tidak perlu membutuhkan operator atau teknisi khusus

dengan kualifikasi tertentu karena alat ini sangat mudah untuk digunakan. terdapat juga fitur *timer* untuk menentukan waktu kerja mesin secara otomatis. dari hasil pencacahannya didapat hasil cacahan yang berbentuk serpihan kecil-kecil^(5,6,7,9,10,11).

Terdapat juga fitur level ketinggian yaitu sensor *proximity* pada *box* cacahan yang langsung terkoneksi ke *smartphone* dan ke motor listrik melalui arduino yang sudah di program untuk memerintahkan mematikan mesin dan memberi notifikasi pada layer aplikasi di *smartphone* Ketika hasil cacahan sudah penuh didalam *box output* cacahan. dengan demikian diharapkan perancangan mesin pencacah plastik ini dapat membantu keperluan industri rumah tangga (*home industry*) dan dapat mengurangi dapak sampah yang semakin hari semakin banyak jumlahnya⁽⁸⁾.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

- Menentukan daya yang dihasilkan oleh mesin pencacah sampah botol plastik.
- Melakukan perancangan poros
- Melakukan perancangan bantalan
- Melakukan perancangan puli penggerak
- Melakukan perancangan sabuk
- Melakukan perancangan mata pisau
- Melakukan perancangan *flywheel*

2. LANDASAN TEORI

2.1 SAMPAH BOTOL PLASTIK

Sampah botol plastik merupakan bahan padat buangan dari kegiatan manusia yang sudah terpakai. sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktivitas manusia yang begitu kompleks dari mulai bangun tidur hingga tidur lagi, manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Oleh karena itu pengelolaan sampah tidak terlepas dari gaya hidup masyarakat. Jika sampah tersebut terus dibiarkan, tentu akan menimbulkan dampak serius bagi lingkungan yang mengakibatkan pencemaran udara, tanah dan dapat menyebabkan banjir⁽¹⁾.

Terdapat jenis-jenis sampah, seperti berikut:

- Sampah Organik**
Sampah yang mudah hancur, seperti: sayuran/buah yang dibuang, makanan sisa, daun-daun kering, dan sebagainya.
- Sampah Non Organik**
Sampah yang berasal dari pabrik dan bersifat tidak mudah hancur, seperti: Kemasan plastik, kertas, kaleng minuman, botol-botol plastik, logam, puntung rokok, dan sebagainya.
- Sampah Bahan Berbahaya Beracun (B3)**
Sampah yang tidak bisa hancur dan tidak bisa diolah kembali serta bersifat sangat berbahaya bagi lingkungan seperti: Asam asetat, Karbon monoksida, Asam prikat, Pembalut wanita,

Limbah medis, batu baterai, dan styrofoam.

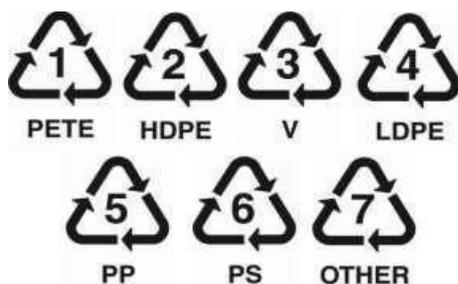
2.2 BOTOL PLASTIK

Botol Plastik yang akan menjadi bahan untuk dicacah pada mesin ini adalah kemasan air minum yang terbuat dari *polyethylene terephthalate* atau PET, didesain hanya untuk sekali pakai ini aman dipakai 1-2 kali saja. Jika ingin memakainya lebih lama, tidak boleh lebih dari seminggu dan harus ditaruh ditempat yang jauh dari sinar matahari. Kebiasaan mencuci ulang dapat membuat lapisan plastik rusak dan zat karsinogen masuk ke air yang di minum. Sementara itu, di masyarakat masih banyak orang yang mempergunakan botol plastik bekas pakai berulang-ulang. Botol plastik bekas minuman mineral atau minuman ringan berukuran satu liter, misalnya, sering digunakan sebagai tempat air minum. Bahkan botol plastik berukuran lebih kecil dan sudah diisi berulang-ulang sering disimpan di dalam mobil yang rawan terkena panas⁽¹⁾.

2.3 JENIS PLASTIK YANG DIGUNAKAN

Untuk mengetahui jenis plastik yang digunakan mengemas minuman, di bagian bawah botol plastik selalu ada nomor dalam tanda segitiga panah melingkar. Nomor yang tertera biasanya adalah nomor satu sampai tujuh. Nomor- nomor tersebut merupakan jenis botol plastik yang digunakan membuat wadah. Adapun tanda panah melingkar merupakan tanda daur ulang. Tetapi, pada kenyataannya tidak semua botol plastik dapat didaur ulang dan digunakan kembali seperti penggunaan semula #1 PETE atau PET (*polyethylene terephthalate*) biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Botol-botol dengan bahan #1 dan #2 direkomendasikan hanya untuk sekali pakai. Berikut jenis-jenis plastik lainnya⁽¹⁾:

1. PETE/PET (*polyethylene terephthalate*)
2. HDPE (*high density polyethelene*)
3. PVC (*polyvinyl chloride*)
4. LDPE (*low density polyethelene*)
5. PP (*polypropylene* atau *polypropene*)
6. PS (*polystyrene*)
7. (*polycarbonate*) jenis plastik lainnya



Gambar 1 : Nomor kode plastik

2.4 PENERAPAN MIKROKONTROLLER SISTEM KENDALI BERBASIS SMARTPHONE ANDROID

Perkembangan teknologi seperti *smartphone* (ponsel pintar) yang di lengkapi dengan jaringan Bluetooth dapat digunakan untuk mengganti saklar listrik dengan relai sebagai peralatan pendukung dan dikendalikan melalui mikrokontroler arduino berbasis jaringan bluetooth yang sudah di program terlebih dahulu sehingga dapat terhubung dengan *smartphone* (ponsel pintar). memungkinkan terbentuknya komunikasi secara serial. Perintah berupa "ON dan OFF" pada saklar akan dikirim dari *smartphone* (ponsel pintar) dengan koneksi nirkabel menggunakan Bluetooth. sistem ini menjadi pilihan untuk pengendalian jarak jauh. Dengan menggunakan teknologi tersebut, *smartphone* (ponsel pintar) android yang terpasang aplikasi program pengendali saklar dapat mematikan atau menghidupkan mesin pencacahsampah botol plastik dari jarak jauh maksimal 13 meter. Terdapat juga fitur timer untuk mengatur waktu kerja mesin secara otomatis sehingga ketika mesin sudah mencapai batas waktu yang ditentukan, mesin akan mati dengan sendirinya tanpa harus menekan tombol off pada mesin.

2.5 smartphone ANDROID

Android adalah sistem operasi bergerak (*mobile operating system*) Yang mengadopsi sistem linux, namun telah termodifikasi. Android dibeli oleh google pada tahun 2005 dari Android, Inc sebagai bagian strategi untuk mengisi pasar sistem operasi bergerak. Google mengambil alih seluruh hasil kerja android termasuk tim yang mengembangkan android⁽²⁾. Google menginginkan agar android bersifat terbuka dan gratis, oleh karena itu hampir setiap kode program android diluncurkan berdasarkan lisensi *open source Apache* yang berarti bahwa semua orang yang ingin menggunakan android dapat mengunduh penuh *source code*. Produsen perangkat keras juga⁽⁴⁾.

2.6 ARDUINO UNO

Mikroprosesor yang menjadi bagian dari teknologi elektronika telah membawa pengaruh yang sangat besar, hal ini dapat dilihat dari kenyataan di lingkungan hidup kita bahwa hampir semua peralatan elektronik saat ini menggunakan mikroprosesor sebagai pengendalinya, seperti peralatan rumah tangga, hiburan, peralatan kantor, alat ukur maupun berbagai mainan.

Satu dari berbagai jenis mikroprocessor

yang masih berkembang dan justru memiliki tingkat perkembangan yang baik adalah arduino. Arduino juga merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapapun yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh atmel sebagai basis. Namun ada perusahaan yang membuat clone arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware⁽⁴⁾.



Gambar 1 Arduino Uno

2.7 CARA KERJA SISTEM SIMECAH (Aplikasi mesin pencacah)

SIMECAH adalah Aplikasi mesin pencacah sampah botol plastik ini dijalankan melalui sebuah *smartphone* Android, untuk mengoperasikan aplikasi simecah terdapat tahapan – tahapan sebagai berikut :

- a. install aplikasi Simecah perlu scan barcode yang tersedia di mesin pencacah.
 - b. Setelah scan barcode nanti akan menuju sebuah link untuk mengunduh aplikasi simecah, Setelah mengunduh selesai maka install aplikasi simecah dengan tekan tombol install tunggu sampai selesai.
 - c. Setelah selesai maka buka aplikasi simecah dengan tampilannya sebagai berikut
- d. Setelah aplikasi terbuka maka hidupkan Bluetooth di *smartphone* android dan pairing/mencari bluetooth mesin pencacah lalu sambungkan pada aplikasi simecah.
 - e. Setelah disambungkan akan ada permintaan password atau kata kunci pada layar *smartphone* isi dengan angka 1234 di *smartphone*, password tersebut bertujuan untuk menghubungkan perangkat Bluetooth mesin pencacah dengan *smartphone* agar tidak ada perangkat Bluetooth lain yang terhubung.
 - f. Kemudian setelah password terisi akan ada notifikasi connected pada layar aplikasi simecah pertanda sinyal Bluetooth sudah terkoneksi.
 - g. Pada layout tampilan aplikasi simecah terdapat menu mesin on dan mesin off bertujuan untuk menghidupkan dan mematikan mesin pencacah botol plastik.
 - h. Mesin akan menerima perintah dari Arduino yang sudah di program sebelumnya dan ditransfer melalui bluetooth.
 - i. Lalu ada juga menu setting time untuk menentukan waktu mesin bekerja secara otomatis melalui sinyal Bluetooth dan bantuan sensor RCT (Real Time Clock) yang tersambung dengan Arduino dapat memerintahkan ke Arduino untuk memproses program time setting yang sudah terisi sebelumnya.
 - j. Dan juga ada menu level ketinggian ini berfungsi untuk memberikan informasi Ketika box hasil cacahan mesin sudah penuh, sensor proximity yang tersambung ke Arduino akan memerintahkan mesin untuk mati dan mengirimkan sinyal melalui Bluetooth.

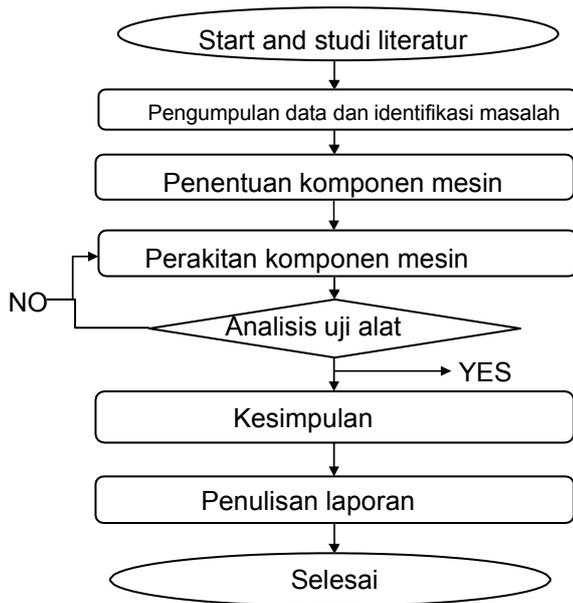


Gambar 2. Tampilan Aplikasi Simecah

3. METODOLOGI PERANCANGAN

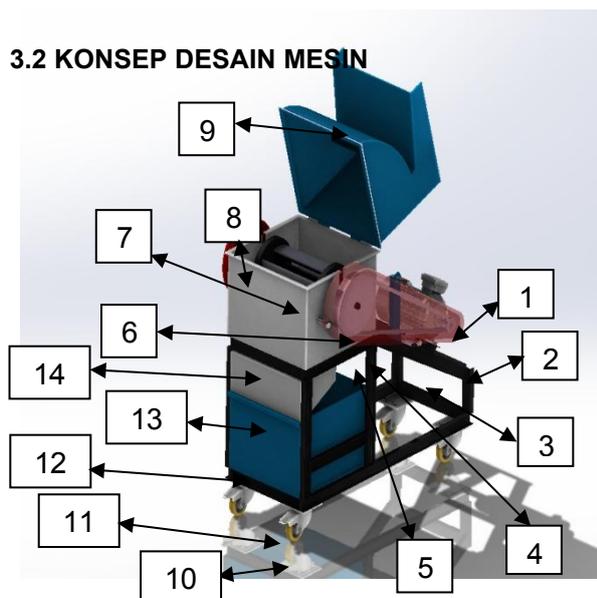
3.1 Diagram Alir Perancangan alat

Kegiatan yang akan dilaksanakan adalah perancangan alat pencacah sampah botol plastik. Adapun bentuk-bentuk kegiatannya dapat digambarkan dalam suatu rangkaian diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

3.2 KONSEP DESAIN MESIN



Gambar 4 Konsep Desain Mesin

Keterangan :

1. Motor Listrik
2. pulley1
3. V-Belt
4. Poros
5. pulley2
6. Bantalan
7. Mata pisau

8. Flywheel
9. Hoper input
10. Roda
11. Rangka
12. Box tampungan hasil cacahan
13. Hoper output
14. Dinding chamber pencacah

3.3 ANALISA MORFOLOGI MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dalam mencari sebuah alternatif penyelesaian dengan menggunakan matriks yang sederhana. Metode digunakan Metode Perancangan Metode perancangan yang digunakan yaitu metode VDI 2221 (*Verein Deutscher Ingenieure* = Persatuan Insinyur Jerman)⁽¹¹⁾.

Metode VDI 2221 yang disusun oleh *Gerhard Pahl* dan *Wolfgang Beitz* dalam buku *Engineering Design* Metode perancangan VDI 2221 yang sistematis diharapkan dapat mempermudah perancang untuk menguasai sistem perancangan tanpa harus menguasai secara detail. Metode ini membantu mempermudah proses merancang sebuah produk dan mempermudah proses belajar bagi pemula serta dapat mengoptimalkan produktivitas perancang untuk mencari pemecahan masalah paling optimal.^(12,13,14,15)

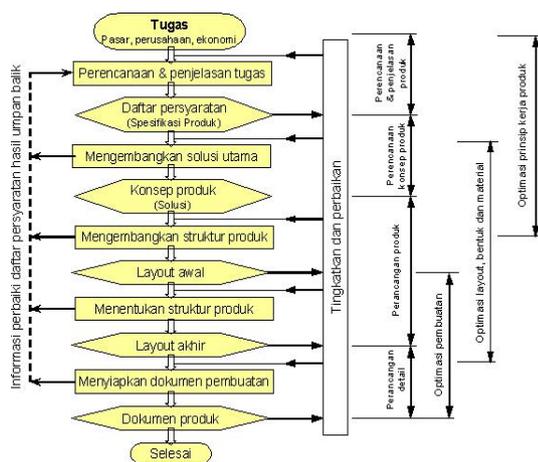
3.4 Tahapan - Tahapan Metode VDI 2221 :

Tahap I : Klasifikasi Tugas (*Clarification of the Task*).

Tahap II : Perancangan Konsep Produk (*Conceptual Design*)

Tahap III : Perancangan Wujud Produk (*Embodiment Concept*)

Tahap IV : Perancangan Terinci (Detail Design)



Gambar 5 Flow chart VDI 2221

A. Tahap 1 : Penjabaran Tugas (*Clarification of the Task*)

Tahap ini meliputi pengumpulan informasi atau data tentang syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh rancangan alat tersebut beserta batasan-batasannya. Hasil dari tahap ini berupa syarat-syarat atau spesifikasi. Untuk membantu memudahkan dalam penyusunan spesifikasi, digunakan suatu daftar periksa (*check list*).

B. Tahap 2 : Perancangan Konsep Produk (*Conceptual Design*)

Tahapan ini berisi tentang pembahasan tentang permasalahan abstraksi, membuat struktur fungsi, kemudian melakukan pencarian prinsip pemecahan masalah yang cocok dan kombinasi dari prinsip pemecahan masalah tersebut (konsep varian). Hasil dari tahap ini berupa pemecahan masalah dasar atau konsep.

C. Tahap 3 : Perancangan Wujud Produk (*Embodiment Design*)

Sketsa kombinasi prinsip solusi yang telah dibuat merupakan bentuk *layout* awal, kemudian dipilih yang memenuhi persyaratan yang sesuai dengan spesifikasi dan baik menurut kriteria, baik dari aspek teknis maupun ekonomi. *Layout* awal yang dipilih akan dikembangkan menjadi *layout definitive* yang merupakan wujud perancangan yang sesuai dengan kebutuhan dan harapan.

D. Tahap 4: Perancangan Terinci (*Detail Design*)

Tahapan ini merupakan tahap akhir dalam perancangan. Hasil perancangan detail berupa dokumen yang meliputi gambar mesin, detail gambar mesin, daftar komponen, spesifikasi bahan, sistem pengoperasian,

toleransi dan dokumen lainnya yang merupakan satu kesatuan. Kemudian dilakukan evaluasi kembali terhadap produk, apakah benar-benar sudah memenuhi spesifikasi yang diberikan.

3.5 ASPEK EFISIENSI WAKTU

Dengan alat pencacah sampah botol plastik pengolahan limbah botol plastik lebih cepat dan efisien di bandingkan dengan cara manual.

3.6 ASPEK EKONOMI

Dengan Perancangan alat pencacah sampah botol plastik ini masyarakat atau industri kecil rumahan menjadi lebih bertambah nilai jual limbah botol plastik. Jika dijual, gelas-gelas plastik bekas minuman dan botol plastik bekas akan dihargai jauh lebih murah bila dibandingkan dengan harga yang sudah menjadi serpihan-serpihan kecil.

Gelas-gelas bekas air mineral jika dijual langsung hanya dihargai Rp. 4.000 s/d Rp. 5.000/kg. tergantung kebersihan gelas. Jika gelas-gelas plastik sudah dihancurkan menjadi serpihan kecil harganya bisa mencapai Rp.10.000 s/d Rp. 13.000/kg. maka dari itu alat ini hadir untuk mendorong masyarakat untuk memiliki usaha industri kecil rumahan di bidang pengolahan sampah botol plastik

3.7 PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

3.7.1 PERENCANAAN AWAL

Tabel 1. Perencanaan Awal

St Sandar dan macam	Lambang	Perlakuan	Kekuatan tarik
		Panas	(Kg/mm ²)
Mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48
	S35C	Penormalan	52
	S40C	Penormalan	55
	S45C	Penormalan	58
	S50C	Penormalan	62
Batang Baja	S55C	Penormalan	66
	S35C - D	-	53
	S45C - D	-	60
Dingin	S55C - D	-	72

Perencanaan awal meliputi perencanaan motor listrik yang dibutuhkan untuk skala UKM

serta komponen – komponen lain yang dibutuhkan.

3.7.2 PEMILIHAN MOTOR PENGGERAK

Dengan pertimbangan kinerja alat pencacah agar berfungsi dengan maksimal dan dapat digunakan Skala UKM, maka motor listrik yang digunakan adalah motor listrik 2 Hp 1 phase 1400 rpm.

Spesifikasi Motor listrik yang digunakan

$$P = 2 \text{ HP} = 1,491 \text{ KW}$$

$$n = 1400 \text{ Rpm}$$

$$V = 220 \text{ Volt}$$

Daya yang ditransmisikan

$$P = 2 \text{ Hp} = 1,491 \text{ Kw} = 1491,4 \text{ Watt}$$

Torsi motor listrik yang digunakan

$$T = 9,5488 \cdot P/n \text{ (Nm)}$$

$$9,5488 \times 1,491 \text{ Kw}/1400 \text{ rpm} = 10,16 \text{ Nm}$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi motor listrik (Nm)}$$

$$P = \text{Daya motor listrik (Kw)}$$

$$n = \text{putaran motor listrik (Rpm)}$$

3.8 PERENCANAAN POROS DAN PASAK

Kemudian untuk mendapatkan daya rencana, maka daya normal yang telah dihitung dikali faktor koreksi (f_c). Nilai f_c yang dipilih adalah sebesar 1,2 ini berdasarkan pada kebutuhan motor.

Tabel 2 Faktor Koreksi Daya Yang Akan Ditransmisikan

Daya yang di transmisikan	f_c
Daya rata – rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang di perlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$$Pd = f_c \times p = (\text{Kw})$$

$$= 1,2 \times 1,491 \text{ W}$$

$$= 1789,2 \text{ Watt} = 1,789 \text{ kW}$$

3.8.1 PEMILIHAN BAHAN KONTRUKSI POROS

Bahan poros yang digunakan untuk konstruksi ini yaitu baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501) dengan nilai kekuatan tarik. $\sigma_b = 58 \text{ kg/mm}^2$

3.8.2 MOMEN PUNTIR RENCANA

Momen puntir yang mungkin akan terjadi dapat dihitung dengan formula:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{p}{n1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{1,789}{1400} = 1244,77 \text{ kg. mm}$$

Dimana :

Pd : Daya rencana (Kw)

n_1 : putaran motor listrik (Rpm)

3.8.3 TEGANGAN GESER YANG DIIZINKAN

Tegangan geser yang diizinkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf1 \times Sf2} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$\tau_a = \frac{58 \text{ kg.mm}}{6,0 \cdot 3,0} = 3,2 \text{ Kg/mm}^2$$

Dimana :

σ_b : kekuatan Tarik (Kg/mm²)

Sf_1 : Faktor keamanan pertama

Sf_2 : Faktor keamanan kedua

Nilai kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel dengan nilai 58 kg/mm². Untuk faktor keamanan pertama (sf_1) diambil nilai 6,0 dikarnakan bahan yang digunakan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Karna pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar, maka pengaruh kekerasan permukaan juga harus diperhitungkan untuk itu faktor keamanan kedua (sf_2) diambil nilai 1,3-3,0. Faktor lenturan (C_b) diambil nilai 1,2 – 23 karna akan terjadi beban lentur saat poros beroperasi atau berputar.

3.8.4 DIAMETER POROS

Diameter poros (d_s) didapatkan dengan formula sebagai berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \right] = Kt Cb T]^{1/3} \text{ (mm)}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{3,2 \text{ kg/mm}^2} \right] = 1,5 \times 2,3 \times 1244,77]^{1/3} \text{ (mm)}$$

$$= (6844,29)^{1/3} = 18,98 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

Dimana :

D_s = Diameter Poros

C_b = Faktor Lenturan

M = Momen Lentur (kg/mm)

K_t = Faktor Koreksi untuk Momen Puntir

T = Momen puntir (kg/mm)

3.8.5 TEGANGAN GESER YANG TERJADI

Tegangan geser (τ) yang sebenarnya didapatkan dengan formula :

$$\tau = \frac{5,1}{d s^3} \cdot T \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 1244,77 \text{ Kg.mm}}{22 \text{ mm}^3} = 0,79 \text{ Kg/mm}^2$$

3.8.6 KOREKSI KONTRUKSI AMAN

Koreksi Kontruksi aman pada Poros :

$$\tau_a > \tau$$

$$3,2 \text{ Kg/mm}^2 > 0,79 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (Kontruksi aman)}$$

3.8.7 GAYA TANGENSIAL

Pada pasak gaya tangensial (F) yang terjadi pada pasak adalah nilai momen rencana (torsi) dibagi dengan setengah diameter poros atau dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = \frac{T}{d s / 2} = (N)$$

$$F = \frac{1244,77 \text{ kg.mm}}{22 \text{ mm} / 2} = 113,16 \text{ Kg.mm} = 110,98 \text{ N}$$

3.9 DIMENSI PASAK

Merencanakan lebar dan tinggi pasak dapat dipilih berdasarkan standar ukuran pasak. Ukuran lebar dan tinggi pasak disesuaikan dengan diameter poros. Maka, lebar dan tinggi pasak adalah :

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$h = 6 \text{ mm}$$

Atau dengan formula sebagai berikut :

$$b = h = \frac{d s}{4} = \frac{22 \text{ mm}}{4} = 5,5 \text{ mm} \text{ atau dibulatkan menjadi } 6 \text{ mm}$$

Untuk menentukan panjang pasak, dikarenakan pisau pemotong dipasang sepanjang poros, maka panjang pasak di sesuaikan dengan Panjang poros penggerak pisau. Panjang pasak pada poros penggerak pisau adalah:

$$l = 70 \text{ mm}$$

Atau dengan formula sebagai berikut :

$$l = 1,571 \cdot d_s$$

$$l = 1,571 \times 22 \text{ mm} = 34,56 \text{ mm} \text{ berdasarkan tabel maka dibulatkan menjadi } 70 \text{ mm}$$

3.9.1 TEGANGAN GESER YANG TERJADI

Dengan mengetahui lebar dan tinggi pasak, dapat dihitung tegangan geser yang terjadi melalui persamaan :

$$k = \frac{F}{b \times l} = (N/mm^2)$$

$$\tau k = \frac{110,98 \text{ N}}{6 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}} = 2,64 \text{ N/mm}^2$$

3.9.2 TEKANAN PERMUKAAN YANG TERJADI

Tekanan permukaan yang terjadi pada pasak dapat dihitung dengan membagi nilai gaya tangensial dengan panjang dan tinggi pasak. Tau dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = \frac{F}{l \times h} = (N/mm^2)$$

$$p = \frac{110,98 \text{ N}}{70 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}} = 2,64 \text{ N/mm}^2$$

3.9.3 KOREKSI KONTRUKSI AMAN

Koreksi kontruksi aman dapat ditentukan dengan membandingkan nilai tegangan geser diizinkan dengan tekanan permukaan. Harga k_a adalah harga diperoleh dengan membagi kekuatan Tarik dengan faktor keamanan Sf_{k1} x Sf_{k2} . harga Sf_{k1} umumnya 6, dan Sf_{k2} dipilih antara 1-1,5 jika beban dikenakan secara perlahan-lahan, antara 1,5 – 3 jika dikenakan tumbukan ringan, dan antara 2-5 jika dikenakan secara tiba-tiba dengan tumbukan berat. Maka, untuk mendapatkan nilai k_a dapat digunakan persamaan :

Ukuran-ukuran Utama										(Satuan: mm)	
Ukuran nominal pasak $b \times h$	Ukuran standar b, b_1, b_2	Ukuran standar h		C	l	Ukuran Standar l_1	Ukuran Standar l_2			r_1 dan r_2	Referensi Diameter poros yang dapat dipakai d^*
		Pasak prismatis Pasak lurus	Pasak Prismatis Pasak Tirus				Pasak Prismatis Pasak Lurus Pasak Tirus				
2 x 2	2	2	2	0,16	6-20	1,2	1,0	0,5	0,08	0,16	Lebih dari 6-8
3 x 3	3	3	3	0,25	6-36	1,8	1,4	0,9	0,16	0,16	8-10
4 x 4	4	4	4		8-45	2,5	1,8	1,2			10-12
5 x 5	5	5	5		10-56	3,0	2,3	1,7			12-17
6 x 6	6	6	6		14-70	3,5	2,8	2,2			17-22
(7 x 7)	7	7	7,2	0,25	16-80	4,0	3,01	3,5	0,16	0,25	20-25
8 x 8	8	8	8	0,40	18-90	4,0	3,3	2,4			22-30
10 x 8	9	8	8		22-110	5,0	3,3	2,4			30-38
12 x 8	10	8	8		28-140	5,0	3,3	2,4			38-44
14 x 9	12	9	9	0,40	36-160	5,5	3,8	2,9			44-50
(15 x 10)	15	10	10,2	0,40	40-180	5,0	5,0	5,0	0,25	0,40	50-55
16 x 10	16	10	10	0,60	45-180	6,0	4,3	3,4			50-58
18 x 11	18	11	11		50-200	7,0	4,4	3,4			58-65
20 x 12	20	12	12		56-220	7,5	4,9	3,9			65-75
22 x 14	22	14	14		63-250	9,0	5,4	4,4			75-85
(24 x 16)	24	16	16,2	0,60	70-280	8,0	6,0	5,0	0,40	0,60	80-90
25 x 14	25	14	14	0,80	70-280	9,0	5,4	4,4			85-95
28 x 16	28	16	16		80-320	10,0	6,4	5,4			95-110
32 x 18	32	18	18		90-360	11,0	7,4	6,4			110-130

* l harus dipilih dari angka-angka berikut sesuai dengan daerah yang bersangkutan dalam tabel. 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400.

Gambar 6. Standar Ukuran Pasak

$$k_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$k_a = \frac{58 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 2} = 4,8 \text{ kg/mm}^2 = 47,04 \text{ N/mm}^2$$

$$k_a \geq k$$

$$47,04 \text{ N/mm}^2 \geq 2,64 \text{ N/mm}^2$$

3.10 PERENCANAAN BANTALAN GELINDING

3.10.1 GAYA TANGENSIAL YANG TIMBUL

Gaya tangensial yang timbul pada bantalan adalah gaya yang bekerja pada poros. Gaya tangensial yang timbul dapat dihitung dengan rumus :

$$W_0 = Ft = \frac{2 \cdot T}{ds}$$

$$\begin{aligned} W_0 = Ft &= \frac{2 \times 1244,77 \text{ kg/mm}}{22 \text{ mm}} \\ &= 113,1 \text{ kg} = 1109,13 \text{ N} \end{aligned}$$

3.10.2 GAYA RADIAL

$$F_r = F_{tb} \cdot \tan \alpha^\circ$$

$$F_{tb} = \frac{Ft}{2} = \frac{113,1}{2} = 56,5 \text{ Kg}$$

$$F_r = 56,5 \cdot \tan 20^\circ$$

$$= 20,56 \text{ Kg} = 201,62 \text{ N}$$

3.10.3 BEBAN EQUIVALEN PADA BANTALAN

$$P_r = X \cdot V \cdot F_t$$

$$X = 0,56$$

$$V = 1$$

$$P_r = 0,56 \times 1 \times 201,62 \text{ N} = 112,90 \text{ N}$$

3.10.4 FAKTOR KECEPATAN BANTALAN

$$f_n = \sqrt[3]{33,3 - n} \text{ maka}$$

$$f_n = \sqrt[3]{33,3 - 1400} = 0,135 \text{ m/s}$$

3.10.5 FAKTOR UMUR BANTALAN

Setelah mendapatkan nilai faktor kecepatan, maka, faktor umur dapat dihitung, nilai C didapat dari tabel jenis bantalan dan spesifikasi dan pr adalah nilai beban equivalen pada bantalan.

$$f_h = f_n \cdot \frac{C}{P_r} = 0,135 \cdot \frac{790 \text{ kg}}{112,90 \text{ N}} = 6,9 \text{ Kg/N}$$

maka setelah didapat nilai faktor umur

bantalan dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini :

$$lh = 500 \cdot f_h^3 \text{ maka} = 500 \times 6,9^3 = 164,254 \text{ jam}$$

3.10.6 BEBAN DINAMIS PADA BANTALAN

Beban dinamis untuk bantalan didapatkan dengan persamaan :

$$C = P_r \cdot \frac{f_h}{f_n} \text{ maka} = 112,92 \text{ N} \cdot \frac{6,9}{0,135} = 577,44 \text{ N}$$

3.11 PERENCANAAN PULI DAN SABUK

3.11.1 DATA PERENCANAAN AWAL

1. Daya motor : 2 HP = 1,491 kW = 1,491,4 Watt

2. Putaran poros n_1 : 1400 rpm

3.11.2 PEMILIHAN SABUK

Memilih tipe sabuk dapat ditentukan berdasarkan daya rencana dan putaran pada puli kecil.

3.11.3 DIAMETER PULI

Diameter minimum puli dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d_p &= d_{min} \times \frac{n_1}{n_2} \\ d_p &= 71 \times \frac{1400}{903} = 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk menentukan n_2 dapat ditentukan dengan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{n_1 \times d_{im}}{d_p} \\ n_2 &= \frac{1400 \times 71 \text{ mm}}{110 \text{ mm}} = 903 \text{ rpm} \end{aligned}$$

3.11.4 PULI

Dalam perencanaan puli ini data yang direncanakan ini dipilih puli type A sesuai dengan Tabel 4.4 dengan klasifikasi :

$$\begin{aligned} A(\circ) &: 36 & K_o &: 8,0 \\ W^* &: 12,12 & e &: 15,0 \\ L_o &: 9,2 & F &: 10,0 \\ K &: 4,5 \end{aligned}$$

3.11.5 KECEPATAN LINEAR SABUK - V

Kecepatan linear sabuk-V dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$v = \frac{\pi \times d_{min} \times n_1}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 71 \times 1400}{60 \times 1000} = 5,20 \text{ m/s}$$

3.11.6 PERENCANAAN PANJANG SABUK

Menghitung panjang keliling sabuk dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} \times (d_p + D_p) + \frac{1}{4.C} \times (D_p - d_p)^2$$

$$L = 2 \times 204 + \frac{3,14}{2} \times (110 + 71) + \frac{1}{4 \times 204} \times (110 - 71)^2$$

$$= 695 \text{ mm}$$

3.12 PERENCANAAN FLYWHEEL

Flywheel ini berfungsi sebagai penyeimbang gaya dan mengatur putaran mesin sehingga putaran mesin dapat berjalan dengan baik. Prinsip kerja dari *Flywheel* ini adalah menjaga putaran mesin agar tetap berjalan normal dan tidak kaku sehingga *output* yang dihasilkan bisa dikontrol (Khurmi RS Gupta, JK., 2005).

3.12.1 MENENTUKAN MASSA FLYWHEEL

Dalam menentukan massa jenis flywheel dapat menggunakan rumus perhitungan berikut ini :

$$w = \frac{A}{2, \pi} \cdot r \cdot p$$

$$w = \frac{300}{6,28} \times 30 \times 7.000 = 8,35 \text{ kg}$$

bahan flywheel menggunakan besi tuang

3.12.2 MOMEN INERSIA FLYWHEEL

Dalam menentukan momen inersia flywheel dapat menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 8,35 \times 625 = 2,609 \text{ kg.mm}^2$$

3.12.3 KECEPATAN SUDUT FLYWHEEL

Dalam menentukan kecepatan sudut flywheel dapat menggunakan rumus perhitungan

sebagai berikut :

$$w = n \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{60} =$$

$$w = 1400 \times 2 \times \frac{3,14}{60} = 146,5 \text{ rad/s}$$

3.12.4 ENERGI KINETIK YANG TERSIMPAN PADA FLYWHEEL

Dalam menentukan Energi kinetik yang tersimpan pada flywheel dapat menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot I \cdot w^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 2,609 \text{ kg.mm}^2 \times 146,5 \text{ rad/s} = 27,9 \text{ joule}$$

3.12.5 PUTARAN PADA FLYWHEEL

Dalam menentukan Putaran Flywheel dapat menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$n_3 = \frac{n_1 \times n_2 \times D_s}{d_p}$$

$$n_3 = \frac{1400 \times 903 \times 22 \text{ mm}}{110 \text{ mm}} = 252 \text{ rpm}$$

3.13 PERENCANAAN MATA PISAU

Dalam menentukan gaya potong pisau dapat menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$F = A \cdot f_s$$

$$F = 60 \times 10,368 \text{ N/cm}^3 = 622,08 \text{ N}$$

3.13.1 PERHITUNGAN TORSI MATA PISAU

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1109,72 \text{ N} \times 14 \text{ cm} = 155,3 \text{ Nm}$$

3.13.2 KECEPATAN HASIL PEMOTONGAN

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 22 \text{ mm} \times 1400 \text{ rpm}}{1000} = 9,671 \text{ m/min}$$

3.13.3 PERHITUNGAN HASIL PEMOTONGAN

$$Q = p \cdot v$$

$$Q = 1,39 \text{ g/cm}^3 \times 9,671 = 13,5 \text{ kg/jam}$$

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan ulang mesin pencacah sampah botol plastik ini adalah :

1. Daya yang dihasilkan oleh mesin pencacah sampah botol plastik skala UKM sebesar 1,491 Kw atau 2 HP dengan putaran 1400 rpm.
2. Poros yang dirancang pada mata pisau berdiameter 22 mm dan digunakan baja

- karbon konstruksi mesin dengan kekuatan Tarik 58 Kg/mm².
- Bantalan yang digunakan adalah jenis bantalan gelinding dengan
 - $F_t = 1109,13 \text{ N}$
 - $F_r = 201,62 \text{ N}$
 - $P_r = 112,90 \text{ N}$
 - $C = 577,44 \text{ N}$
 - Puli penggerak yang dirancang memiliki diameter 71 mm dan puli yang digerakan memiliki diameter 110 mm.
 - Sabuk yang dipilih berdasarkan putaran puli motor dan kebutuhan daya adalah sabuk tipe A dengan
 - $A (^{\circ}) : 36$ $K^{\circ} : 8,0$
 - $W : 12,12$ $e : 15,0$
 - $L^{\circ} : 9,2$ $F : 10,0$
 - $K : 4,5$
 - Mata pisau pencacah botol plastik berjumlah 5 mata pisau, 2 pisau statis atau diam dan 3 pisau dinamis atau bergerak dengan panjang 300 mm lebar 7 cm tebal 1 cm sudut kemiringan mata pisau 45°.
 - Flywheel yang digunakan berbahan besi tuang dengan massa jenis 7.000 kg/m³ dengan diameter 250 mm.

SARAN

Adapun beberapa saran yang disampaikan oleh penulis sebagai berikut :

- Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk perancangan mata pisau yang dapat mencacah lebih dari satu tipe botol plastik dan dapat mencacah lebih maksimal.
- pengembangan sensor level pada box hasil cacahan agar lebih akurat dan maksimal dan Penambahan sensor tubuh pada mata pisau sehingga mesin dapat mati dengan sendirinya Ketika ada tangan atau bagian tubuh yang mendekati mata pisau saat mesin menyala untuk menghindari kecelakaan kerja.
- Maintenance : Pisau secara berkala, Pembersihan saringan dan pengecekan hardware perangkat koneksi *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Endah R.A. 2015. Kreasi dari limbah plastik. Jakarta: Tiara Aksa.
- Firmansyah, Irsyadi Yani. 2019. "Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Botol Plastik kapasitas ± 33 Kg/Jam". SEMINAR NASIONAL TEKNOKA 2019.

- Cecep Dani Sucipto. 2012. Teknologi Daur Ulang Sampah. Madiun: Gosyen Publishing.
- Rahmat Faizal, " Perancangan Smart Light memanfaatkan Mikrokontroler Arduino untuk menyalakan/mematikan lampu berbasis perintah suara via Android " Teknik Elektro, Fakultas Teknik., Universitas Muhammadiyah Makassar. (2017).
- Yamin,M.,Satyadarma, D. & Naipospos,P. 2008. Perancangan Mesin Pencacah Sampah type Crusher.
- Rajagukguk, J. 2013. Analisa Perancangan mesin penghancur Plastik.
- Sutowo, C., Diniardy, E. & Maryanto 2011. Perencanaan Mesin Penghancur plastik Kapasitas 30 Kg/Jam.
- Evan Taruna Setiawan. (2015) " Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan *smartphone* Android" Teknik Informatika Dan Ilmu Komputer. STMIK ATMA LUHUR, Pangkal Pinang.
- Frengisegara. (2019). "Desain Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink kapasitas 10Kg/Jam" UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA MEDAN 2019.Sularso, kiyokatsu suga (1978). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya paramitha, cetakan kesebelas 2004
- Ivransyah, (2017), Rancang bangun alat penghancur sampah botol plastik dengan kapasitas 33 kg/jm, Laporan tugas akhir, Palembang : Program Study Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.
- Prakoso, B. A., Studi, P., Elektro,T.,Teknik,F.,& Surakarta,U. M. (2016) Pembuat mesin penghancur botol plastik elektronik.
- Khurmi RS Gupta, JK., 2005, *Text Book of Machine Design Eurasia*, Publising House, ltd Ram Nagar, New Delhi 2005
- G.Pahl and W.Beitz, ENGINEERING DESIGN (Asystem Approach), Translate by Ken Wallace, Lucienne Blessing and Frank Bauert, edited By Ken Wallace 1995.
- Mata kuliah "Perancangan Teknik " Ir. Ucok Mulyo Sugeng., M.T., Teknik Industri
- Modul Sistem kendali jarak jauh. DR. Eng. mokh. Sholihul Hadi.,Universitas Negeri Malang 2017.