

Perancangan Mesin Shredder Limbah Botol Plastik Menggunakan Sensor Proximity Berbasis Arduino

Yusron Purbowo, Ir. Joko Waluyo*,.MT, Taufiq Hidayat.,ST.M.Eng

Penulis Korespondensi: joko_w@akprind.ac.id

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Insititut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta

INTISARI

Rancang bangun mesin pencacah plastik ini adalah untuk mengatasi limbah botol plastik yang ada di terminal, stasiun, bandara, halte, dan hotel. Mesin ini berfungsi untuk memotong limbah botol plastik dengan ukuran tertentu sehingga limbah tersebut dapat dengan mudah untuk disimpan sehingga limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Mesin dirancang dengan sistem automasi menggunakan program arduino UNO untuk memudahkan pengoperasiannya. Tujuan Rancang bangun ini adalah merancang mesin shredder pencacah botol plastik berkapasitas 4000 gram/menit meliputi perancangan diameter poros, daya, rasio gear yang digunakan serta menentukan program dan sensor yang digunakan. Metode yang dilakukan menggunakan analisis teknik untuk menentukan beban pada poros sehingga dapat ditentukan spesifikasi poros, daya motor, untuk sistem automasinya dipilih sistem berbasis arduino menggunakan perangkat pendukung seperti relay, dan modul stepdown adaptor. Hasil rekayasa perancangan mesin pencacah plastik dihasilkan spesifikasi mesin sebagai berikut : motor listrik 1,5 HP (220 volt, 1400 rpm), diameter poros 30 mm. bearing tipe 6006 dengan umur 2.480.000 jam. Sensor *proximity* tipe *photoelectric*, sensor E3-ZB yang dilengkapi fitur kemampuan anti air IP67, dengan Arduino tipe Uno. Perangkat pendukung sistem automasi ini menggunakan Modul Stepdown LM2596, Relay Modul 30A n serta adaptor 12v, *Pilot Lamp* 220v.

Kata Kunci : Mesin pencacah, program arduino, sistem automasi, botol plastik, perancangan

Abstract

The design of this plastic chopping machine is to deal with plastic bottle waste in terminals, stations, airports, bus stops, and hotels. This machine serves to cut plastic bottle waste to a certain size so that the waste can be easily stored so that the waste does not pollute the environment. The machine is designed with an automation system using the Arduino UNO program to facilitate its operation. The purpose of this design is to design a plastic bottle shredder with a capacity of 4000 grams/minute including the design of the shaft diameter, power, gear ratio used and determine the program and sensors used. The method used is technical analysis to determine the load on the shaft so that the specifications of the shaft, motor power can be determined, for the automation system an Arduino-based system is chosen using supporting devices such as relays, and stepdown adapter modules. The results of the engineering design of the plastic chopping machine produced the following machine specifications: 1.5 HP electric motor (220 volts, 1400 rpm), shaft diameter of 30 mm. bearing type 6006 with a life of 2,480,000 hours. Photoelectric type proximity sensor, E3-ZB sensor which features IP67 waterproof capability, with Arduino Uno type. The device supporting this automation system uses the LM2596 Stepdown Module, 30A n Relay Module and a 12v adapter, 220v Pilot Lamp.

Keywords: chopping machine, arduino program, automation system, plastic bottle, design

PENDAHULUAN

Rekayasa mesin pencacah plastik dengan skala kecil untuk mengatasi limbah botol plastik ditempat terminal, stasiun, bandara, halte hotel. Sehingga limbah botol plastik bisa langsung dicacah sehingga tidak mengkontaminasi lingkungan.

Permasalahan dilapangan mesin shreddernya yang sudah ada saat uji coba terjadi kerusakan pada poros saat botol dimasukkan dan tidak terjadi proses pencacahan. Setelah ditambah daya dan berhasil berputar namun botol terjadi terjebak dan tidak tercacah.. Setelah dicek posisi poros sudah terpuntir. Berdasarkan data serta permasalahan diatas perlu perancangan ulang perihal diameter poros, daya yang digunakan dan untuk menghidupkan dan mematikan mesin secara otomatis dengan menggunakan bantuan hardware arduino dan untuk mengatur waktu dari mesin tidak bekerja dan bekerja menggunakan program arduino serta mesin ini dirancang untuk kapasitas mesin 4000 gram/menit.

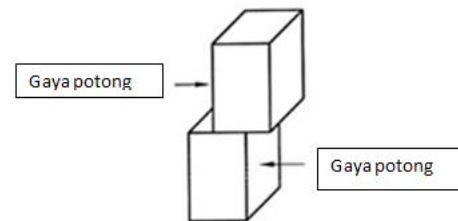
Landasan Teori

Mesin Pencacah

Menurut jurnal Carlos, M.S., dkk, “*Failure analysis of a coupled shaft from a shredder*” (2019). Shredder merupakan mesin yang umum ditemui di berbagai industri, yang memiliki fungsi untuk mencacah berbagai material seperti kertas, logam atau plastik. Karakteristik dan spesifikasi shredder itu bervariasi bergantung pada fungsinya bahkan dalam

industri yang sama, karakteristik shredder berbeda. Menurut A.H. Bonnet. Mekanisme yang menyebabkan kegagalan poros motor karena lelah.

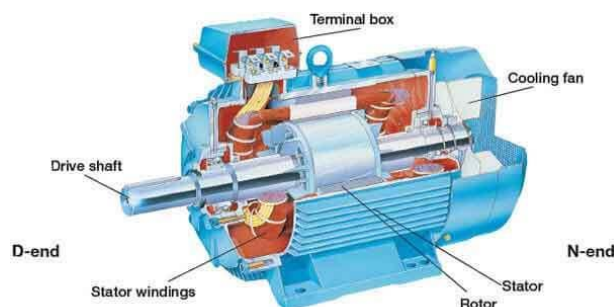
Desi Angraini (2018) Dalam pemilihan pisau harus berdasarkan kekuatan dan ketajaman pisau sehingga mampu memotong plastik yang akan dicacah menjadi efektif menghasilkan potong-potongan kecil sesuai yang diharapkan. Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan sudut potong ideal mata pisau 35°



Gambar 1 . Gaya geser pada proses pemotongan

Perencanaan Daya Motor

Deni R [2019] Prinsip kerja motor adalah energi listrik digunakan sebagai sumber energi mekanik. Prinsip kerja motor adalah energi listrik digunakan sebagai sumber energi mekanik. Sebagai magnet, mengganti energi listrik digunakan, yang akhirnya berubah menjadi magnet elektronikanik .



Gambar 2. Motor Listrik

Perencanaan Poros

Daswen Baselo Dalam pemilihan poros hal yang terpenting adalah pemilihan diameter poros karena poros ini berfungsi agar mampu menahan beban sesuai dengan kondisi beban yang ada dan diharapkan poros mampu bekerja dengan optimum.

Perencanaan Bantalan

Bantalan poros merupakan sistem yang terdiri dari poros yang berputar yang didukung oleh suatu bantalan sebagai dukungan saat berputar. Bantalan poros berdasarkan jenis kontakannya terdiri dari bantalan gelinding dan luncur. Bantalan gelinding merupakan bantalan yang mempunyai dua buah cincin luar dan dalam dengan media kontak berupa bola atau rol antara kedua cincin tersebut, Umur bantalan ditentukan laju keausan pada bantalan tersebut, untuk menjaga tingkat keausan yang berlebih maka pada bantalan diperlukan pelumasan.

Perencanaan Transmisi

Dakhi, F. (2013). Transmisi merupakan elemen mesin yang sering digunakan pada pembuatan mesin pencacah plastik. Mesin pencacah plastik banyak jenisnya tergantung pisau yang digunakan pada mesin tersebut. Macam-macam mesin pencacah plastik salah satunya adalah tipe crusher, tipe shredder, tipe slidier dan lain-lain. Perbedaan dari tipe-tipe ini dibedakan berdasarkan jenis pisau, yang digunakan pisau yang digunakan untuk menghancurkan limbah plastik menjadi ukuran kecil adalah tipe shredder. Mesin pencacah plastik sangat diperlukan di Indonesia dikarenakan banyak sekali produksi sampah plastik di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu penghasil sampah plastik terbesar di dunia karena penggunaannya yang sangat banyak di masyarakat. Hal inti yang harus ditentukan

sebelum dirancangnya alat tersebut yaitu dengan menentukan sistem transmisinya. Pada sistem transmisi yang digunakan pada mesin pencacah adalah dengan menggunakan gearbox reducer yang nantinya akan didistribusikan pada poros penggerak. Agar transmisinya dapat dihitung sesuai dengan yang diharapkan diperlukan daya yang cukup untuk menggerakkan mesin tersebut.

Arduino

Kadir, A. (2013). Arduino adalah mikrokontroler yang banyak digunakan oleh para ilmuwan dan insinyur karena mudah digunakan dan dapat diprogram dengan mudah. Arduino dapat digunakan untuk membuat karya canggih tanpa perlu memahami bahasa pemrograman yang mendasarinya, seperti yang ditunjukkan oleh Mike Schmidt dalam videonya. Menurut Massimo Banz, salah satu anggota pendiri atau pencipta Arduino, platform ini adalah platform open source perangkat keras dengan sejumlah besar port input / output (I / O) dan konsumsi daya yang rendah

Sensor Proximity

Proximity Sensor (Sensor Proksimitas), juga dikenal sebagai Sensor Jarak dalam bahasa Indonesia, adalah semacam sensor elektronik yang dapat mendeteksi keberadaan objek dalam jarak dekat tanpa memerlukan sensor fisik. Proximity Sensor (Sensor Proksimitas), juga dikenal sebagai Sensor Jarak dalam bahasa Indonesia, adalah semacam sensor elektronik yang dapat mendeteksi keberadaan objek dalam jarak dekat tanpa memerlukan sensor fisik.

Relay

Relay adalah sejenis saklar magnetik yang beroperasi ketika ada arus listrik yang mengalir melaluinya. Hal ini

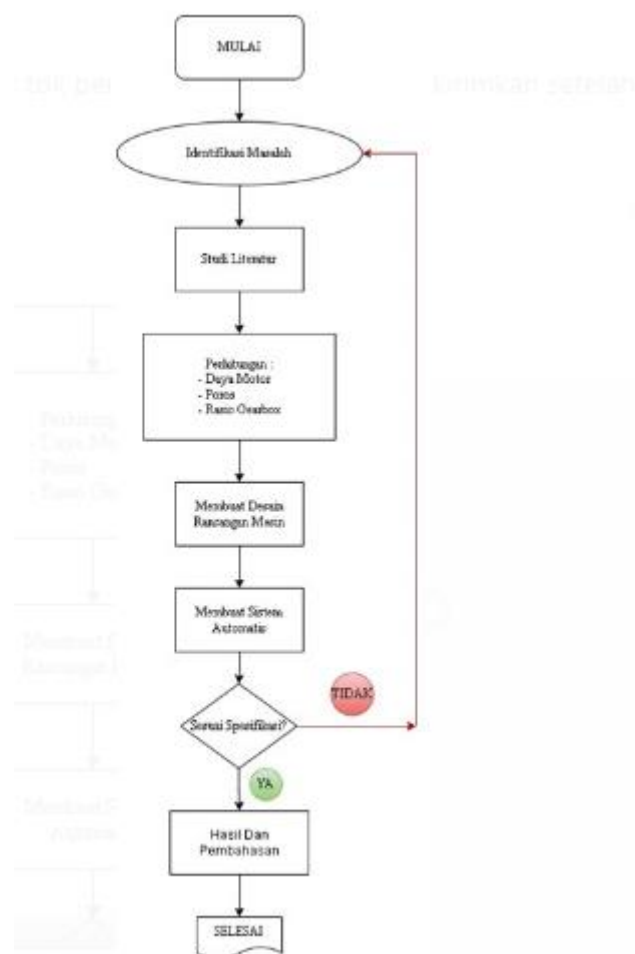
diperlukan untuk menghubungkan output relay ke pengemudi atau pengemudinya karena memiliki tegangan dan arus

nominal. Jenis arus yang digunakan dalam rangkaian dikenal sebagai DC.

METODE PERANCANGAN

Menggunakan metode analisa teknik melalui studi literatur serta merancang dengan bantuan software CAD 3D. Serta merancang sistem automasi dengan program dari

software IDE dan membuat skema wiring. Adapun diagram alir perancangan seperti pada gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Diagram alir perancangan

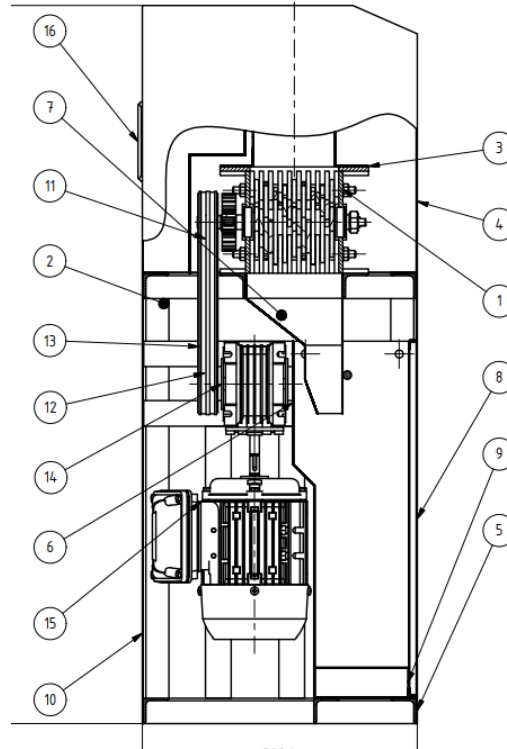
Cara Kerja Mesin

M.S, C. (2019). Mesin bekerja dengan cara mencacah botol plastik sampai menjadi potongan-potongan. Botol dimasukkan kedalam mesin melalui top guaidier. Botol akan menegenai sistem sensor. Sehingga sensor akan mengaktifkan

motor induksi sehingga mesin pencacah pun mulai berputar dan siap untuk mencacah. Top guaidier ini juga akan mengarahkan botol masuk kedalam pencacah. Setelah tercacah botol akan keluar melalui guaidier yang akan

mengarahkan ke penampung cacahan botol berjaring agar air dapat terpisahkan dengan potongan plastik dan air tersebut ditampung pada water tank, adapun

plastik, penampung ini dibuat gambar mesin Shredder seperti pada gambar 3



Gambar 3 Mesin Shredder

Keterangan :

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. Mesin Shredder | 9. Water Tank |
| 2. Frame | 10. Back Cover |
| 3. Top Guider | 11. Pulley 1 |
| 4. Cover Atas | 12. Pulley 2 |
| 5. Cover Bawah | 13. V-Belt |
| 6. Tank | 14. Gearbox |
| 7. Guider | 15. Motor Induksi |
| 8. Pintu | 16. Hande |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Daya Motor

Putaran mesin untuk kapasitas 4000 gram/menit

$$n = 4000 \text{ gr/menit} : 30 \text{ gr} = 140 \text{ RPM}$$

Tegangan Geser Plastik

$$\tau_a = \frac{0,008}{1 \times 1} = 0,008 \text{ kg/mm}^2$$

Gaya Pemetongan

$$F = 0,008 \text{ kg/mm}^2 \times 757 \text{ mm}^2 = 6 \text{ kg}$$

Kecepatan Pemetongan

$$v = \frac{3,14 \times 100 \times 140}{1000 \times 60} = 0,74 \text{ m/s}$$

Perencanaan poros Transmisi

$$D1=D2 = 100\text{mm}$$

$$Z1=Z2 = 8$$

$$\text{Jarak sumbu} = 200\text{mm}$$

$$n1 = 140 \text{ rpm}$$

Torsi yang terjadi = 6 kg x 75 mm = 450 kg.mm
 Daya Pemotongan P= 0,87 HP

Panjang Rantai

$$L_p = \frac{48 + 48}{2} + 2 \times 200 = 448 \text{ mm}$$

Kecepatan Rantai

$$v = \frac{412 \times 48 \times 15}{1000 \times 60} = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Gaya Rantai

$$F = \frac{102 \times 1,5}{1,2} = 127 \text{ kg}$$

Perencanaan Daya Motor

$$Pd = \frac{649}{79,6\%} = 815 \text{ Watt} \approx 1,1 \text{ HP}$$

$$\approx 1,5 \text{ HP}$$

Perencanaan Diameter Poros

Bahan poros S40C

Kekuatan tarik max = 55 kg/mm²

Panjang poros = 362 mm

Putaran poros (n) = 140 rpm

Torsi Poros

$$T_{poros} = 9,74 \times 10^5 \frac{1,5}{140} = 10436 \text{ kg.mm}$$

Tegangan Poros

$$\tau_{maks} = \frac{55}{6,0 \times 2,0} = 4,58 \text{ kg/mm}^2$$

Diameter Poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{4,58} \times 1,5 \times 1,5 \times 8349 \right]^{1/3}$$

$$= 30 \text{ mm}$$

Tegangan Lengkung

$$\tau_l = \frac{194508}{\frac{1}{6} \times 24 \times 24^2} = 25 \text{ N/mm}^2 \approx 2,5 \text{ Kg/mm}^2$$

Berdasarkan data diatas poros ini dinyatakan aman karena $\tau_{lengkung} <$

τ_{bahan} yaitu sebesar
 $21,96 \text{ Kg/mm}^2 < 55 \text{ Kg/mm}^2$

Perencanaan Rasio Gearbox

$$\text{Rasio} = n_{mesin} : n_{motor}$$

$$= 140 : 1400$$

$$= 1 : 10$$

Perencanaan Umur Bantalan

Diameter Poros : 30 mm

Putaran Poros : 140 rpm

Nomor Bantalan : 6006

Kapasitas Dinamis : 13,8 KN

Kapasitas Statis : 8,3 KN

Faktor : v=1 ; x=1 ; y=0

Beban Ekuivalen Dinamis

$$Pr = 1 \times 1 \times 44,3 \text{ kg} + 0 = 44,3 \text{ kg}$$

$$Fn = \left(\frac{33,3}{140} \right)^{1/3} = 0,62$$

Umur Bantal :

$$Fh = 0,62 \times \frac{1380}{226,6} = 37$$

Umur nominal :

$$Lh = 500 \times Fh^3 = 25.326.500 \text{ jam}$$

Faktor Keandalan

$$Ln = 0,62 \times 1 \times 1 \times 25.326.500 = 15.702.430 \text{ jam}$$

Perencanaan rangka

Tegangan Geser Ijin Las Kampuh

$$\tau_a = \frac{411,52}{0,7 \times \sqrt{3}} = 340,08 \text{ N/mm}^2$$

Tebal Las

$$a = \frac{s}{\sqrt{2}} = 2,12 \text{ mm}$$

Tegangan Pada Las

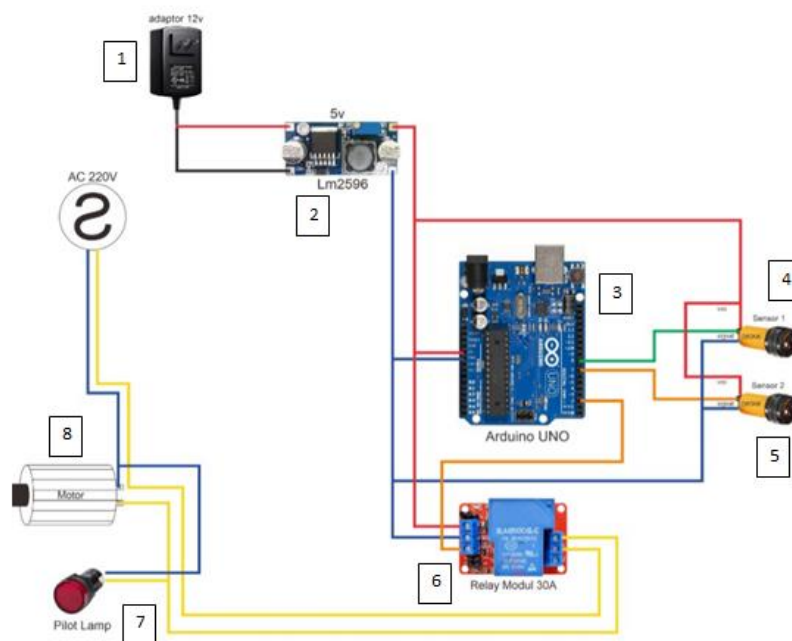
$$\tau_{las} = \frac{1360 N}{2,12 \times 60} = 11 N/mm^2$$

Karena $\tau_{las} < \tau_a$ yaitu sebesar $11 N/mm^2 < 340,08 N/mm^2$ maka konstruksi rangka aman.

Skema Wiring

Pada skema winning terdapat 2 sumber arus yaitu untuk arus DC dan AC. Memiliki fungsi yang berbeda juga. Adaptor 12 volt sebagai pengubah arus dari arus AC 220volt menjadi 12 volt . Selanjutnya modul stepdown berfungsi sebagai pengatur arus listrik agar arus dari adaptor sebesar 12 volt dapat dikurangi

hingga sesuai kebutuhan arus dari arduino itu sendiri. Arduino uno merupakan microcontroller sebagai otak dari sistem automasi yang memberikan kendali terhadap perangkat lainnya. Lampu sebagai penanda bahwa mesin sedang bekerja atau tidak, adapun skema winning seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Skema Wiring

Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------------|----------------|
| 1. Adaptor 12 volt | 5. Sensor 2 |
| 2. Modul Stepdown 5 volt | 6. Relay modul |
| 3. Arduino Uno | 7. Pilot lamp |
| 4. Sensor 1 | 8. Motor AC |

Program Arduino UNO

Dalam program arduino melalui aplikasi IDE dari arduino itu sendiri.

Dibuat 4 tahap dalam pemrogramannya yaitu Pendefinisian dan Inisialisasi, Void Setup, Void loop, Void Deteksi Botol. Adapun program arduino UNO seperti pada gambar 5 dan 6.

```

#define sensor1 8
#define sensor2 7
#define motor 2

unsigned long curmil;
unsigned long lasmil;

int waktu_cacah_detik=0;

int statel=0;
int state2=0;

int motor_state=0;

void setup() {

  pinMode(sensor1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(motor, OUTPUT);

  digitalWrite(motor, LOW);

  Serial.begin(115200);
  delay(500);
  Serial.println("alat siap running");
  delay(500);
  lasmil=millis();
}

void loop() {

  curmil=millis();
  if(lasmil>curmil){
    lasmil=millis();
  }
  if(curmil-1000>lasmil){
    waktu_cacah_detik--;
    if(waktu_cacah_detik<0){waktu_cacah_detik=0;
    lasmil=millis();
  }
}

```

Gambar 5. Program Arduino UNO

```

#define sensor1 8
#define sensor2 7
#define motor 2

unsigned long curmil;
unsigned long lasmil;

int waktu_cacah_detik=0;

int statel=0;
int state2=0;

int motor_state=0;

void setup() {

  pinMode(sensor1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(motor, OUTPUT);

  digitalWrite(motor, LOW);

  Serial.begin(115200);
  delay(500);
  Serial.println("alat siap running");
  delay(500);
  lasmil=millis();
}

void loop() {

  curmil=millis();
  if(lasmil>curmil){
    lasmil=millis();
  }
  if(curmil-1000>lasmil){
    waktu_cacah_detik--;
    if(waktu_cacah_detik<0){waktu_cacah_detik=0;
    lasmil=millis();
  }
}

```

Gambar 6. Lanjutan Program Arduino UNO

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan mesin pencacah botol plastik dengan pisau Shredder menggunakan proximity sensor berbasis Arduino didapatkan hasil perhitungan 2 bagian yaitu untuk dimensi mesin dan sistem otomatisnya. Adapun hasil perancangannya seperti di bawah ini.

1. Spesifikasi mesin pencacah botol plastik yang menghasilkan kapasitas 400gram/menit mempunyai spesifikasi sebagai berikut ::
 - Motor listrik menggunakan daya yang direncanakan yaitu sebesar 1,5 HP (1400 rpm)
 - Poros yang digunakan berbentuk heksagonal maka ukurannya adalah LK38.

- Nomor bantalan 6006 yang memiliki umur 15.702.430 jam
 - Gearbox yang digunakan menggunakan rasio 1:10
2. Dalam sistem automasi ini terdapat beberapa part yang dibutuhkan, adapun spesifikasi part yang digunakan adalah
 - Arduino yang digunakan menggunakan tipe UNO
 - Modul Stepdown LM2596
 - Relay Modul 30A
 - Adaptor 12v
 - Pilot Lamp 220v
 - Sensor proximity tipe photoelectric. Sensor tersebut adalah E3-ZB. Yang juga dilengkapi fitur kemampuan anti air IP67.

SARAN

Adapun beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis, yaitu

1. Untuk perancangan kedepan pada bagian dudukan mesin perlu diberi roda di bagian bawah mesin sebagai penopang

mesin sehingga memudahkan pemindahan mesin

2. Pada sistem automasinya dapat ditambahkan layar LCD sehingga dapat memberikan informasi kepada pengguna dalam bentuk tulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dakhi, F. (2013). *Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Orang Yang Masuk Ke Dalam Perpustakaan UMSU Dengan Menggunakan Arduino*. Medan.
- Deni R Patiapon, Jacob J Rikumaho, Marselo Jambay [2019] Penggunaan motor sinkron tiga fasa tipe salient pole sebagai generator sinkron , Jurnal simetrik Vol 9 , No 2 2019.
- Desi Angraini , Alfa ekajati latif (2018) Rancang bangun mesin pencacah plastik tipe gunting Jurnal Rekayasa Hijau No 2. Vol 2 Juli 2018.
- Daswen Baselo, Stenly Tangkuman, Michael Rembet Optimasi diameter poros terhadap variasi diameter sproket pada roda gigi belakang sepeda motor Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 3 Nomor 1.
- Hasta Kuntara, Sigit Gunawan, Sigit Budi Hartono (2014) Penentuan umur bantalan luncur terlumasi berdasar laju keausan bahan Jurnal TRAKSI No.1
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Jakarta.
- M.S, C. (2019). "Failure analysis of a coupled shaft from a shredder. *Engineering Failure Analysis*, 384-391." termuat di www.elsevier.com/locate/engfailanal, diakses tanggal 12 Juni , 2022, pukul 19.25
- Plastic Industry Association, 2022, "HISTORY OF PLASTICS" termuat di <https://www.plasticsindustry.org/history/plastics#:~:text=It%20was%20in%201862%20that,substitute%20for%20shellac%20for%20waterproofing>, diakses tanggal 8 Agustus 2022 pukul 20.15