

## ANALISIS KEBUTUHAN DAYA PENGGERAK MOTOR LISTRIK PADA MESIN PENCACAH KERTAS

### ANALYSIS OF ELECTRIC MOTOR DRIVE POWER REQUIREMENTS IN PAPER SHREDDING MACHINE

<sup>1</sup>Mohamad Syahdeli, <sup>2</sup>Sabiqunassabiqun, <sup>3</sup>Ahmad Mudai, <sup>4</sup>Asyam Salman  
<sup>5</sup>Halan Al Hafidh

<sup>1,2,3,4,5</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang  
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten

*email : <sup>1</sup>dosen10017@unpam.ac.id, moh.deli1998@outlook.co.id*

#### ABSTRAK

Dengan banyaknya populasi manusia yang menggunakan kertas, meningkatnya jumlah pemakaian kertas tentunya akan meningkat pula jumlah limbah kertas yang dihasilkan oleh manusia yang dihasilkan dalam *per-hari*. Maka dengan limbah tersebut jumlahnya tidak sedikit, sehingga untuk mencacah kertas dibutuhkan daya energi listrik yang sangat besar agar menghasilkan kapasitas cacahan sesuai peneliti butuhkan. Perlu adanya penanganan khusus agar menjadi suatu produk yang mempunyai nilai dan manfaat. Pada penelitian ini dilakukan sebuah mesin pencacah kertas dengan kapasitas produksi 20 Kg/jam yaitu meliputi dari kebutuhan daya energi listrik, pada saat mencacah kertas berkapasitas 20 Kg/jam maka diperlukan daya motor sebesar 1350 Watt dengan putaran 1000 RPM, karena semakin beban banyak kertas yang dicacah akan mempengaruhi perputaran kecepatan menurun dan kebutuhan energi listrik meningkat. Berdasarkan hasil kinerja mesin motor listrik, diesel dan bensin untuk hasil cacahan yang lebih optimal listrik 3 fasa, dikarenakan dengan kebutuhan daya listrik yang besar bisa mencacah kertas berkapasitas 20Kg/jam dengan cacahan yang bagus tidak terhambat atau slip bahkan pada saat beroperasi berjalan lancar berbeda dengan kinerja mesin motor berbahan bakar lebih terkuras dari pemakaian bahan bakar.

Kata Kunci : Kertas, Motor, RPM, Watt.

#### ABSTRACT

*With the large number of human populations using paper, the increase in the use of paper will certainly increase the amount of paper waste produced by humans per day. So the amount of waste is not small, so that to chop paper it takes a very large amount of electrical energy to produce the chopping capacity according to the researchers need. There needs to be special handling so that it becomes a product that has value and benefits. In this study, a paper chopper machine with a production capacity of 20 Kg/hour was carried out, which includes the need for electrical energy, when chopping paper with a capacity of 20 Kg/hour, a motor power of 1350 Watts with a rotation of 1000 RPM is required, because the more paper is loaded chopped will affect the rotation speed decreases and the demand for electrical energy increases. Based on the results of the performance of electric, diesel and gasoline engines for more optimal chopping results 3 phase electricity, due to the large electrical power requirement it can chop paper with a capacity of 20Kg/hour with a good chop, not hampered or slipping even when operating smoothly, it is different from the performance of the engine fueled by the motor is more drained than the use of fuel.*

Keywords: Paper, Motor, RPM, Watt.

## I. PENDAHULUAN

Kertas adalah salah satu limbah yang dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran bahkan instansi pemerintahan. Pengolahan daur ulang kertas menyimpan banyak keuntungan diantaranya: menambah pendapatan, mengurangi limbah lingkungan, menghemat energi, dan membantu dunia dari global warming. Pada tabel 1. merupakan data yang berkaitan dengan jumlah sampah di wilayah

Jakarta umumnya sebuah akademik akan menghasilkan limbah kertas yang cukup besar karena segala kegiatan akademik berhubungan langsung dengan kertas. Limbah kertas akademik bisa didapatkan dari kegiatan di kantor maupun kegiatan yang dilakukan oleh mahasiswa. ( Mahrani Arfah, 2017). Menurut hasil timbulan sampah kertas dan penyerapannya di wilayah DKI Jakarta ( dalam m<sup>3</sup>/hari ).

**Tabel 1.1 Timbulan Sampah Kertas di Wilayah DKI Jakarta**

Kodya	Produksi Sampah (Kg/hari) *	Produksi Sampah Kertas (Kg/hari) **	Diserap oleh Pemulung(Kg/hari) ***
Jakarta Selatan	5.804	586,8	417,8
Jakarta Timur	5.287	534,5	380,6
Jakarta Pusat	2.889	595,4	423,9
Jakarta Barat	7.264	734,4	522,9
Jakarta Utara	5.324	538,3	383,2
Jumlah	29.568	2.989,3	2.128,4

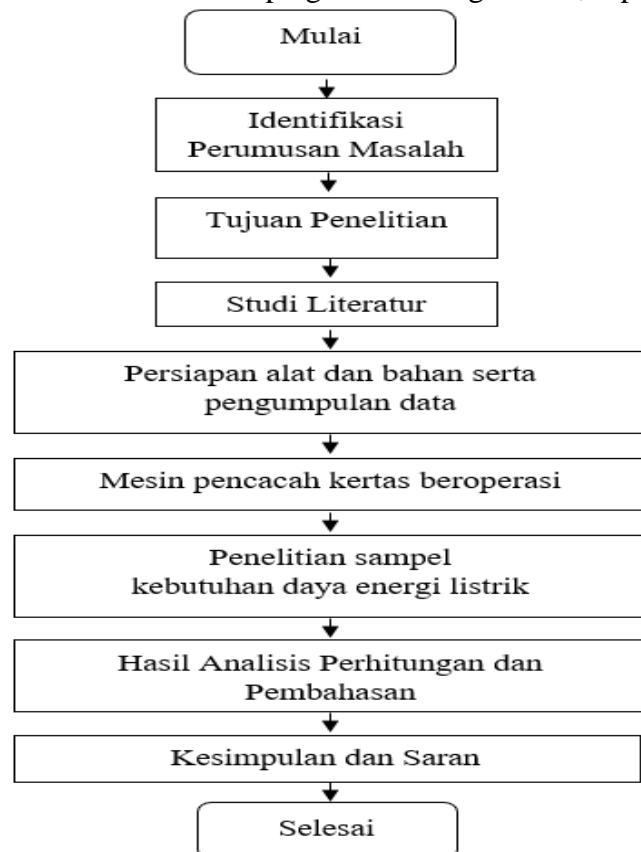
( Sumber : data jurnal DKI Jakarta, BPS, dan BPPT. 2022 )

Sampah diartikan sebagai material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses yang cenderung merusak lingkungan di sekitarnya, Namun untuk didaerah tempat tinggal saya, limbah kertas adalah suatu nilai yang berharga untuk di tukar dengan nilai uang agar bisa menghidupi ekonomi mereka. Jenis sampah yang banyak ditemukan adalah sampah kertas. Sampah kertas sebagai barang terbuang dapat dimanfaatkan dengan cara didaur ulang menjadi kertas yang unik dan bernilai seni atau bahkan menjadi kertas yang baru untuk digunakan kembali. Melalui daur ulang kertas, selain menangani masalah lingkungan, dapat juga dijadikan sebagai alternatif dalam menciptakan lapangan kerja baru (Yafie et al. 2018). Keterbatasan pengetahuan masyarakat mengenai pengelolaan sampah menjadi kendala untuk mengelola sampah. Kemiskinan yang ada di suatu daerah bisa diatasi dengan memberdayakan masyarakat untuk mengolah sampah menjadi barang yang bisa menghasilkan pendapatan. Bank sampah memegang peranan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mengelola sampah rumah tangga yang mereka hasilkan. Masyarakat bisa sadar untuk mengelola sampah jika ada contoh nyata yang sudah dilakukan di sekitarnya sehingga akan menambah pengetahuan lingkungan dan meningkatkan pengelolaan limbah sampah untuk keberhasilan proyek daur ulang di masyarakat (Indrianti, 2016).

Pada tujuan peneliti meng-analisis kebutuhan daya energi listrik pada mesin pencacah kertas untuk menghitung kebutuhan daya energi listrik yang terpakai pada mesin pencacah kertas dengan sesuai penggunaannya , agar peneliti bisa mengetahui tentang kebutuhan daya penggunaan mesin pencacah kertas dari analisis kebutuhan daya energi listrik pada mesin pencacah kertas, kemudian setelah di analisis berharap peneliti bisa mengaplikasikan mesin pencacah kertas ini untuk Program Studi Teknik Mesin khususnya Universitas Pamulang.

## II. METODE PELAKSANAAN

. Dari penjelasan *Flowchart* mesin pencacah kertas ada inginkan oleh peneliti, proses satu – persatu untuk membuat langkah – langkah mesin pencacah kertas sampai suatu alat akan terancang dan berhasil untuk di pergunakan dengan baik, seperti gambar 1. berikut:



**Gambar 1. Flowchart Mesin Pencacah Kertas**

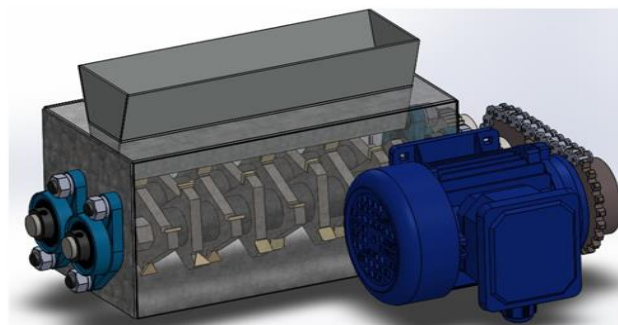
Keterangan *Flowchart* :

1. Awal mulai proses skema pembuatan mesin pencacah kertas dengan menentukan identifikasi perumusan masalah sehingga membuat tujuan penelitian memilih studi literatur untuk proses dari mesin pencacah kertas.

2. Peneliti mempersiapkan alat dan bahan serta pengumpulan data untuk dibutuhkan pada saat mesin pencacah kertas beroperasi jalan.
3. Setelah mesin pencacah kertas beroperasi jalan.
4. Pengolahan data kebutuhan daya energi listrik untuk mengetahui hasil perhitungan dan pembahasan.
5. Setelah tahapan proses hasil perhitungan dan pembahasan sudah di analisis.
6. Kesimpulan dan saran adalah proses tahapan terakhir setelah mesin pencacah kertas sudah di analisis lalu bisa beroperasi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pencacah kertas merupakan sebuah mesin yang memang wajib ada dalam sebuah instansi, perusahaan bahkan kantor pendidikan pada umumnya. Karena dengan adanya mesin tersebut kita bisa mengurangi tumpukan berkas yang sudah tidak terpakai lagi pada lemari penyimpanan gudang kertas, selain itu kita bisa mengurangi resiko penggunaan berkas penting untuk hal jahat. Misalnya saja ada sebuah dokumen penting yang sudah tidak terpakai lagi sebaiknya segera masukkan pada mesin penghancur kertas sehingga berkas tersebut aman dan tidak akan bisa digunakan orang untuk kejahatan yang bisa merugikan instansi, perusahaan dan lainnya. Mesin penghancur kertas dari referensi memiliki jenis kapasitas beragam dari 0,25Kg , 5Kg , 10/Kg dan kali ini peneliti akan meng-*upgrade* mesin pencacah kertas ini ke 20Kg. Berdasarkan sumber sebelumnya mesin pencacah kertas berkapasitas 10Kg/Jam pada daya yang dihasilkan oleh motor untuk menggerakkan puli, gear box dan poros rol pemotong adalah sebesar 450 W, torsi yang dihasilkan dari daya motor sebesar 2760 N.mm. Tegangan yang diizinkan pada poros motor sebesar 47,3 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan yang dihasilkan pada poros motor sebesar 2,05 MPa, maka perencanaan pemakaian motor dinyatakan aman. Gambar 2. mesin pencacah kertas berikut



**Gambar 2. Mesin Pencacah Kertas**

**A. Perhitungan Daya Motor Listrik, Motor Diesel dan Motor Bensin**

Kali ini rumusan untuk menghitung, Daya motor listrik merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. Dalam analisis kebutuhan daya energi listrik mesin pencacah kertas daya motor yang diperlukan juga cukup besar. Untuk rumus perhitungan daya motor listrik, motor diesel dan motor bensin pada tabel 2. berikut.

**Tabel 2. Perhitungan Rumus Motor Listrik, Diesel dan Bensin**

Perhitungan Rumus Motor Listrik, Diesel dan Bensin	
Menghitung / Mencari	Rumus
Kecepatan Sinkron Motor (ns)	$ns = \frac{120 \times f}{p}$
Slip Pada Motor (S)	$Slip = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$
Kecepatan Rotor (nr)	$nr = ns \times (1 - \%Slip)$
Daya Motor (P)	$P = (T \times ns) / 5252$ (satuan HP)
	$P = V \times I \times \cos\phi$ (satuan Watt)
Daya Output Motor (P Out)	$P out = V \times I \times \eta \times \cos\phi$
Daya Semu Motor (S)	$S = V \times I$
Arus Motor (I)	$I = \frac{P}{V \times \cos\phi}$
Torsi Motor (T)	$T = \frac{5252 \times P}{n}$
Efisiensi Motor ( $\eta$ )	$\eta = \frac{Pout}{p} \times 100\%$
Tegangan Motor (V)	$V = \frac{P}{I}$

Keterangan :

P = Daya dalam satuan HP ( Horse Power )

T = Torsi dalam satuan Nm ( Newton Meter )

N = Jumlah putaran per-menit RPM ( Revolution Per-Minute )

V = Beda potensial / tegangan ( Volt )

F = Frekuensi Hz ( Hertz )

I = Kuat arus listrik A (Ampere)

Rumus kecepatan motor Sinkron

$$ns = \frac{120 \times f}{p}$$

Keterangan :

Ns= Kecepatan sinkron motor (RPM)

$f$  = Frekuensi (Hz)

$p$  = Pole atau kumlah kutup motor

Rumus menghitung kecepatan rotor

$$Slip = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

Keterangan :

Slip = Selisih kecepatan medan stator dengan rotor (%)

$ns$  = Kecepatan sinkron medan stator (RPM)

$nr$  = Kecepatan poros rotor (RPM)

**$nr = ns \times (1 - \% Slip)$**

## B. Perhitungan Motor Listrik

Perhitungan Sebuah motor listrik pada mesin pencacah kertas memiliki kecepatan medan stator sebesar 1500 RPM. Persentase slip antara kecepatan medan stator dan kecepatan rotor adalah 5 %. Dengan hasil 1425 rpm Yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$ns = 1500$$

$$Slip = 5 \% = 0,05$$

$$nr = ns \times (1 - \% Slip)$$

$$= 1500 \times (1 - 5 \%)$$

$$= 1500 \times (1 - 0,05)$$

$$= 1500 \times 0,95$$

$$= 1425 \text{ RPM}$$

Sedangkan pada Rumus menghitung daya motor jika diketahui torsi ( $T$ ) dan kecepatan motor berikut

$$P = (T \times ns) / 5252 \text{ (satuan HP)}$$

5252 = Nilai konstanta (ketetapan) untuk daya motor dalam satu HP

$$P = (T \times ns) / 5252$$

Pada Variasi Perhitungan suatu motor listrik mesin pencacah kertas memiliki tenaga atau torsi sebesar 200 Nm. Motor listrik yang digunakan pada mesin pencacah kertas yaitu tersebut memiliki kecepatan sinkron sebesar 1500 RPM. Maka daya motor listrik sebesar 57,12 HP yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$T = 200 \text{ Nm}$$

$$Ns = 1500 \text{ RPM}$$

$$P = (T \times ns) / 5252$$

$$= (200 \times 1500) / 5252 = 300000 / 5252 = 57,12 \text{ HP}$$

Jika ingin diubah ke satuan watt maka nilai daya satuan HP tersebut dikalikan 745,7

(catatan : 1 HP = 745,7 Watt)

Sehingga

$$P = 85,68 \times 745,7 = 42594,38 \text{ watt atau } 42,59 \text{ kW (kilo watt)}$$

Sedangkan untuk mesin pencacah kertas dengan Rumus menghitung daya motor jika diketahui Arus (I), Tegangan (V) dan Faktor Daya ( $\cos \phi$ )

$$\text{Daya Motor 1 Fasa : } P = V \times I \times \cos \phi \text{ (satuan Watt)}$$

$$\text{Daya Motor 3 Fasa : } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Keterangan :

P = Daya motor listrik (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus Listrik (A)

$\cos \phi$  = Faktor daya

#### **Untuk Rumus Daya Motor 1 Fasa**

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

#### **Untuk Rumus Daya Motor 3 Fasa**

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

### **C. Perhitungan Motor 1 Fasa**

Pada perhitungan suatu motor 1 fasa listrik pencacah kertas yang dialiri dengan tegangan 220 Volt. Nilai faktor daya yang menyuplai motor tersebut sebesar 0,9. Jika dilihat dari name plate motor listrik mesin pencacah kertas didapatkan spesifikasi bahwa arusnya sebesar 3 A. Maka daya motor listrik pencacah kertas perhitungan berikut.

$$I = 3 \text{ A}$$

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

$$\cos \phi = 0,9$$

$$P = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 3 \times 0,9 = 594 \text{ Watt atau } 0,594 \text{ kW} = 0,594 \text{ kW} = 0,000797 \text{ HP}$$

Rumus menghitung daya output motor listrik

Daya output motor 1 fasa :

$$P_{out} = V \times I \times \eta \times \cos \phi$$

Daya output motor 3 fasa :

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \eta \times \cos \phi$$

**Untuk 1 Fasa**

$$P_{out} = V \times I \times \eta \times \cos \varphi$$

**Untuk 3 Fasa**

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \eta \times \cos \varphi$$

Pada perhitungan sebuah motor induksi 1 fasa mesin pencacah kertas memiliki efisiensi sebesar 50 % dengan arus listrik 3 A. Motor tersebut dialiri listrik 220 V dengan faktor daya sebesar 0,9. Perhitungan daya motor listrik induksi mesin pencacah kertas berikut.

$$I = 3 \text{ A}$$

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

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$\eta = 50 \% = 0,5$$

$$P_{out} = V \times I \times \eta \times \cos \varphi = 220 \times 3 \times 0,5 \times 0,9 = 297 \text{ Watt atau } 0,297 \text{ kW}$$

**D. Perhitungan motor 3 Fasa**

Pada perhitungan suatu motor 3 fasa listrik pencacah kertas yang dialiri dengan tegangan 380 Volt. Nilai faktor daya yang menyuplai motor tersebut sebesar 0,85. Jika dilihat dari name plate motor listrik mesin pencacah kertas didapatkan spesifikasi bahwa arusnya sebesar 10 A. Maka daya motor listrik pencacah kertas perhitungan berikut.

$$I = 10 \text{ A}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0,85$$

$$= 5594,52 \text{ Watt atau } 5,594 \text{ kW}$$

$$= 5,594 \text{ kW} = 7,5016 \text{ HP}$$

Rumus menghitung daya output motor listrik

Daya output motor 1 fasa :

$$P_{out} = V \times I \times \eta \times \cos \varphi$$

Daya output motor 3 fasa :

$$P_{out} = \sqrt{3 \times V \times I \times \eta \times \cos \varphi}$$

**Untuk 1 Fasa**

$$P_{out} = V \times I \times \eta \times \cos \varphi$$



### Untuk 3 Fasa

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \eta \times \cos \phi$$

Pada perhitungan sebuah motor induksi 3 fasa mesin pencacah kertas memiliki efisiensi sebesar 90 % dengan arus listrik 10 A. Motor tersebut dialiri listrik 380 V dengan faktor daya sebesar 0,85. Perhitungan daya motor listrik induksi mesin pencacah kertas berikut.

$$I = 10 \text{ A}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\cos \phi = 0,85$$

$$\eta = 90 \% = 0,9$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \eta \times \cos \phi = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0,9 \times 0,85 = 5035 \text{ Watt}$$

Rumus menghitung daya semu motor listrik

Daya semu motor listrik 1 fasa :

$$S = V \times I$$

Daya semu motor listrik 3 fasa :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

## E. Perhitungan Daya Semu Motor Listrik

### Untuk Rumus Daya Semu Motor 1 Fasa

$$S = V \times I$$

### Untuk Rumus Daya Semu Motor 3 Fasa

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

Pada mesin pencacah kertas maka Perhitungan motor listrik mesin pencacah kertas beroperasi pada tegangan 220 volt dan ketika diukur arusnya didapatkan nilai sebesar 5 A. Perhitungan daya semu motor listrik mesin pencacah kertas berikut.

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

$$I = 5 \text{ A}$$

$$S = V \times I$$

$$= 220 \times 5$$

$$= 1100 \text{ VA atau } 1,1 \text{ kVA}$$

Rumus menghitung arus motor listrik

Arus motor 1 fasa :

$$I = \frac{P}{V \times \cos \phi}$$

Arus motor 3 fasa :

$$I = \sqrt{3} \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

#### Untuk Rumus Arus Motor 1 Fasa

$$I = P / (V \times \cos \varphi)$$

#### Untuk Rumus Arus Motor 3 Fasa

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi)$$

Pada perhitungan suatu motor listrik mesin pencacah kertas 1 fasa beroperasi dengan sumber listrik bertegangan 220 volt dan faktor dayanya sebesar 0,85. Setelah dilakukan pengukuran di dapatkan bahwa daya motor listrik mesin pencacah kertas tersebut sebesar 2 kW. Berikut perhitungan arus motor listrik mesin pencacah kertas.

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

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$P = 2 \text{ kW} = 2000 \text{ Watt}$$

$$I = P / (V \times \cos \varphi) = 2000 / (220 \times 0,85) = 2000 / 187 = 10,69 \text{ A}$$

Rumus menghitung torsi motor diesel

$$T = \frac{5252 \times P}{n}$$

5252 = Nilai konstanta (ketetapan) untuk daya motor dalam satuan HP

$$T = (5252 \times P) / n$$

Pada perhitungan suatu motor diesel mesin pencacah kertas berputar dengan kecepatan sinkron 1500 RPM. Motor diesel tersebut beroperasi dengan daya sebesar 5 HP. Berikut perhitungan kekuatan atau torsi motor diesel mesin pencacah kertas.

$$n = 1500 \text{ RPM}$$

$$P = 5 \text{ HP}$$

$$T = (5252 \times P) / n = (5252 \times 5) / 1500 = 26260 / 1500 = 17,5 \text{ Nm}$$

Rumus menghitung efisiensi motor listrik

$$\eta = \frac{P_{out}}{P} \times 100\%$$

$$\eta = (P_{out} / P) \times 100\%$$

Suatu perhitungan motor listrik mesin pencacah kertas dengan daya sebesar 15 kW . Ketika motor listrik mesin pencacah kertas dioperasikan maka didapatkan daya output sebesar 13,5 kW. Berikut perhitungan efisiensi motor listrik tersebut.

$$P = 15 \text{ kW}$$

$$P_{\text{out}} = 13,5 \text{ kW}$$

$$\eta = (P_{\text{out}} / P) \times 100 \%$$

$$= (13,5 / 15) \times 100 \%$$

$$= 90 \%$$

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan pembahasan kebutuhan daya energi listrik mesin pencacah kertas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Kebutuhan daya listrik pada saat mencacah kertas berkapasitas 20 Kg/jam maka diperlukan daya motor sebesar 1350 W dengan putaran 1000 RPM , karena semakin beban banyak kertas yang dicacah akan mempengaruhi perputaran kecepatan menurun dan kebutuhan energi listrik meningkat.
- b. Berdasarkan hasil kinerja mesin motor listrik, diesel dan bensin untuk hasil cacahan yang lebih optimal listrik 3 fasa, dikarenakan dengan kebutuhan daya listrik yang besar bisa mencacah kertas berkapasitas 20kg/jam dengan cacahan yang bagus tidak terhambat atau slip bahkan pada saat beroperasi berjalan lancar berbeda dengan kinerja

##### **B. Saran**

Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan pembahasan kebutuhan daya energi listrik mesin pencacah kertas, maka dapat disarankan sebagai berikut :

- a. Untuk menghindari terjadinya slip pada mesin pencacah kertas, maka penerus daya sebaiknya menggunakan roda gigi rantai.
- b. Untuk memperoleh cacahan kertas yang bagus disarankan mencacah jenis kertas HVS, dikarenakan jenis material kertas yang cocok pada mesin pencacah kertas berskala 20Kg/jam.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih saya ucapkan Kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik secara moral ataupun material

## DAFTAR PUSTAKA

- Arfah, M. (2017). *Pemanfaatan Limbah Kertas Menjadi Kertas Daur*. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 28–31.
- Arman, R & Mahyoedin, Y.(2021).*Studi Prediksi Analitik Posisi Bantalan (Journal Bearing) Pada Turbin Gas*.
- Ashwini M. V., Robinson P., Nithin P. S., Seella Charan. 2020. *Design of Automatic Organic Waste Shredder for Composting*. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-6.
- Basori, B., . S., & Oktapriyana, D. U. (2014). *Redesain Mesin Pemotong Kertas Tipe Pemotongan Lurus Kapasitas 10 Kg/Jam*. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 1(3), 125–132. <https://doi.org/10.21009/jkem.1.3.2>
- Indrianti, N. (2016). *Community-based solid waste bank model for sustainable education*. *Procedia - Soc.Behav. Sci.* 224, 158–166.
- Jufrianda, J., Ibrahim, A., Turmizi, T., & Arskadius, A. (2021). *Analisis Kerusakan Baut Pengikat Kepala Mesin Frais Vertikal*. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 5(1). <https://doi.org/10.30811/jmst.v5i1.2144>
- Lentur, L., Baut, F., Pranata, Y. A., Suryoatmono, B., Tjondro, J. A., Sipil, J. T., & Maranatha, F. T. U. K. (2013). *Penelitian eksperimental kuat leleh lentur (f. 12(2)*, 98–103.
- Machine, R. (2020). *Pengaruh Langkah Pembuatan Terhadap Optimasi The Effect of Manufacturing Steps on Paper Thickness Optimization Using*. 2, 9–17.
- Putro, S. (2017). *Analisis Kebutuhan Energi Proses Penggilingan Kedelai Dengan Penggerak Mesin Diesel Dan Motor Listrik Pada Industri Tahu*. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 17(1), 23–33. <https://doi.org/10.23917/mesin.v17i1.3303>
- Rahman, Arif. 2017. *Perancangan Mesin Penghancur Kertas Daur Ulang Kapasitas 10 kg/proses, (online)*. *Jurnal Teknik Tersedia*: [http://student-research.umm.ac.id/index.php/dept\\_of\\_mechanica\\_l\\_engineering/article/view/7024](http://student-research.umm.ac.id/index.php/dept_of_mechanica_l_engineering/article/view/7024).
- Sularso & Suga, K. (2013). *Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta, PT Pradnya Paramitha.
- Radityaningrum, A D, Caroline J dan Restiani, DK. (2017). *Potensi Reduce, Reuse, Recycle (3R) Sampah pada Bank Sampah "Bank Junk for Surabaya Clean (BJSC)*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2 (1): 1-11.
- Siddiqui, . ( 2017 ). *Analisis Gearbox pada Modifikasi Mesin Pencacah Kertas dengan Pisau Zig-zag dan Pisau Lurus*, Malang.