

Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Multifungsi Berkapasitas 54 kg/jam

Muchammad Rafly Santoso¹, Firman Yasa Utama^{2*}, Warju³, Dyah Riandadari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: *muchammad.20052@mhs.unesa.ac.id

Abstrak: Permasalahan dalam penanganan sampah mendorong munculnya berbagai inovasi mesin pencacah sampah organik berskala industri dengan alokasi biaya yang cukup besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pencacah sampah organik multifungsi berkapasitas 54 kg/jam, yang dapat digunakan untuk mencacah sampah organik dengan menyesuaikan kapasitas rumah tangga. Metode dalam penelitian ini yaitu *research and development*, dimulai dari observasi, studi literatur, desain alat, hingga uji coba fungsi mesin. Mesin dirancang dengan dimensi 30 cm x 24 cm x 120 cm yang beroperasi pada kecepatan 1415,1 rpm dan membutuhkan daya sebesar 372,54 Watt serta menghasilkan torsi 2,514 Nm. Mesin ini menggunakan desain pisau *dynaflow* pada *blender* yang dapat dilepas pasang dengan variasi 4, 8, hingga 12 mata pisau. Pengujian mesin menggunakan sampah sayur atau buah yang dicampur air dengan perbandingan massa 1:1 (2,7 kg sampah dan 2,7 liter air) dengan waktu pencacahan 3 menit. Hasil pencacahan terbagi menjadi dua bentuk, yakni hasil pencacahan yang melewati saringan dengan diameter ≤ 5 mm dengan tekstur lebih cair dan hasil pencacahan > 5 mm yang bertekstur lebih padat. Hasil pencacahan pada mesin pencacah sampah organik ini dapat digunakan sebagai pakan ternak maupun diolah menjadi pupuk cair.

Kata kunci: mesin pencacah, multifungsi, sampah organik.

Abstract: The problems related to waste handling have encouraged the development of various innovations in industrial-scale organic waste shredding machines, with significant financial resource allocation. The aim of this research is to design a multifunctional organic waste shredding machine with a capacity of 54 kg/h that can be used to adjust household waste capacity. This research method is research and development, starting from observation, literature study, tool design, to machine function trials. The machine measures 30 cm x 24 cm x 120 cm, and it operates at a speed of 1415.1 rpm. It requires a power of 372.54 watts and produces a torque of 2.514 Nm. The machine utilizes the *dynaflow* blade design of a blender and is removable, with the number of blades ranging from 4, 8, to 12. The machine test uses vegetable or fruit waste mixed with water in a mass ratio of 1:1 (2.7 kg of waste and 2.7 liters of water) with a shredding time of 3 minutes. The results of shredding are divided into two forms, namely the results of shredding that pass through a sieve with a diameter of ≤ 5 mm with a more liquid texture and the results of shredding > 5 mm with a denser texture. The output of this organic waste shredding machine can be utilized as animal feed or processed into liquid fertilizer.

Keywords: shredding machine, multifunction, organic waste.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi penduduk menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis sampah, namun pengelolaannya masih kurang optimal. Pada 2022, timbunan sampah nasional mencapai 21,1 juta ton, dengan 65,71% dapat dikelola dengan baik, sementara 34,29% belum terkelola dengan baik (Kemenko PMK, 2023). Menurut Dinas Lingkungan Hidup di Kota Surabaya, sekitar 1.600 ton sampah masuk ke TPA Benowo setiap hari dan 60% di antaranya berupa sampah organik (Pemerintah Kota Surabaya, 2023). Masalah sampah menjadi tantangan dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama tujuan nomor 12 dan 15. Pengelolaan sampah yang tidak optimal dapat mencemari lingkungan dan mengganggu ekosistem. Berdasarkan data dari (Badan

Perencanaan Pembangunan Nasional (2020) pengelolaan sampah di Indonesia masih terkendala teknologi dan infrastruktur yang kurang memadai, sehingga perlu diterapkan konsep konsumsi dan produksi berkelanjutan untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Inovasi dalam pengelolaan sampah terus dikembangkan untuk mengatasi permasalahan sampah. Salah satu prinsip penting adalah daur ulang, di mana sampah diubah menjadi produk bernilai, seperti kompos atau pakan ternak dari sampah organik. Untuk mendukung proses daur ulang, diperlukan mesin pencacah sampah organik. Salah satu perancangan mesin pencacah sampah organik oleh Nurohman (2018) menggunakan motor listrik berdaya 250W yang dapat menghasilkan kapasitas pengolahan sebesar 2,5 kg/menit. Penelitian lain yang dilakukan

oleh Basuki & Robbi (2020) yakni mesin pencacah sampah organik yang memanfaatkan mesin gerinda tangan (handle grinder) sebagai pengatur kecepatan mesin.

Beberapa penelitian lain mengenai mesin pencacah sampah organik yang telah dipatenkan diantaranya yaitu mesin pencacah sampah organik multifungsi oleh Mulasari *et al.* (2022) Mesin ini bersifat *portable* dan menggabungkan dua proses pengolahan sampah organik, yaitu pencacahan dan dekomposisi. Penelitian lain oleh Mawardi *et al.* (2024) yang memadukan proses pencacahan dan penghancuran dalam satu mesin untuk menghasilkan ukuran cacahan yang seragam. Penelitian oleh Riswanda *et al.* (2023) mengenai mesin pencacah sampah organik untuk pakan magot berkapasitas 200 kg/jam yang dilengkapi dengan kontrol mode on/off dan pengaman kelistrikan.

Berdasarkan pemaparan di atas, sebagian mesin pencacah sampah organik berskala industri dengan beban biaya yang cukup besar. Tujuan penelitian ini yaitu merancang mesin multifungsi yang dapat mencacah sampah organik menjadi pakan ternak maupun pupuk cair. Pisau pada mesin ini dirancang dapat diatur lepas pasang mulai dari 4, 8, hingga 12 mata pisau dengan memodifikasi desain pisau dari *blender*. Mesin dirancang dengan dimensi ringkas, praktis, dan berkapasitas sesuai dengan kebutuhan dan daya listrik pada rumah tangga.

DASAR TEORI

Mesin pencacah sampah organik menggunakan mekanisme *shredder*, dimana sampah yang dimasukkan akan ditarik, dipotong, dan dicacah menjadi potongan-potongan kecil kemudian dapat diproses lebih lanjut sesuai kebutuhan Nugraha *et al.* (2019). Prinsip kerja dari mesin pencacah sampah organik menurut Mustiadi *et al.* (2019), yaitu berawal dari sumber daya utama (*main engines*) yang mengirimkan daya keluarannya ke drum pencacah melalui sistem transmisi daya. Selanjutnya, daya yang ditransmisikan digunakan untuk memutar pisau pencacah. Kemudian, sampah organik yang dimasukkan ke dalam corong pemasukan alat akan dicacah oleh pisau pencacah yang berputar di dalam drum pencacah dan disaring menjadi partikel lebih kecil. Berikut beberapa komponen mesin pencacah sampah organik:

1. Tabung Pencacahan

Komponen ini berfungsi sebagai wadah tampung sampah organik ketika dilakukan proses pencacahan (Nurohman, 2018).

- a. Volume tabung pencacah

$$V_{tabung} = \pi r^2 \cdot t \quad (1)$$

Dimana:

V_{tabung} = volume tabung pencacah (m^3)

π = phi (3,14)

r = jari-jari tabung pencacah (m)

t = tinggi tabung pencacah (m)

- b. Massa sampah organik maksimal yang bisa ditampung di tabung pencacah

$$m = \frac{\rho}{V_{tabung}} \quad (2)$$

Dimana:

m = massa sampah organik (kg)

ρ = massa jenis sampah organik basah ($380,08 \text{ kg/m}^3$) (Hapsari & Herimurti, 2017).

2. Motor Listrik

Motor listrik sebagai sumber daya utama pada mesin pencacah sampah organik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui mekanisme elektromagnetik (Bagia & Parsa, 2018).

- a. Daya total motor listrik

Daya total atau daya semu pada motor listrik merujuk pada jumlah keseluruhan daya yang disuplai ke motor.

$$S = V \cdot I \quad (3)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

S = daya total (VA)

V = tegangan motor listrik (Volt)

I = arus listrik pada motor listrik (Ampere)

- b. Nilai faktor daya/cosphi

Faktor daya menunjukkan seberapa efisien daya yang digunakan dalam suatu sistem listrik, khususnya dalam motor listrik.

$$\cos\phi = \frac{P}{S} \quad (4)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

$\cos\phi$ (ϕ) = faktor daya

P = daya aktif (Watt)

S = daya total (VA)

- c. Daya aktual motor listrik

Daya yang benar-benar digunakan untuk melakukan pekerjaan, misalnya menggerakkan motor.

$$P_d = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (5)$$

(Atmam *et al.*, 2020)

Dimana:

P_d = daya aktual motor listrik (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = arus listrik (Ampere)

$\cos\phi$ = faktor daya

- d. Kecepatan sinkron motor listrik

Kecepatan sinkron adalah kecepatan putaran rotor yang seharusnya dicapai ketika motor beroperasi pada kondisi ideal, yaitu tanpa slip.

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \quad (6)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

N_s = Kecepatan sinkron (rpm)

f = Frekuensi arus listrik (Hz)

p = Jumlah kutub motor listrik

e. Slip pada motor listrik

Slip pada motor listrik adalah perbedaan antara kecepatan sinkron (kecepatan medan magnet yang berputar) dan kecepatan rotor motor.

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \quad (7)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

s = slip

n_s = kecepatan sinkron motor listrik (rpm)

n = kecepatan aktual rotor motor listrik (rpm)

f. Kecepatan sudut

Kecepatan sudut menunjukkan seberapa cepat rotor motor berputar dalam satuan waktu.

$$\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60} \quad (8)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

ω = kecepatan sudut (rad/s)

$\pi = 3,14$

N_s = kecepatan putar motor listrik (rpm)

g. Torsi pada motor listrik

Torsi motor listrik adalah gaya putar yang dihasilkan oleh rotor motor yang menyebabkan perputaran poros motor. Torsi ini sangat penting karena menentukan kemampuan motor untuk menghasilkan gerakan mekanik.

$$\tau = \frac{P}{\omega} \quad (9)$$

(Hughes & Drury, 2019)

Dimana:

τ = Torsi (Nm)

P = Daya motor listrik (Watt)

ω = kecepatan sudut pisau (rad/s)

3. Poros/Shaft

Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga yang secara bersamaan dengan putaran dari motor penggerak.

a. Torsi yang bekerja pada poros/shaft

Torsi yang bekerja pada poros motor listrik adalah gaya putar yang diteruskan melalui poros motor dan digunakan untuk menggerakkan beban yang terhubung dengan poros tersebut.

$$\tau = 9,55 \cdot \frac{Pd}{N} \quad (10)$$

(Wildi, 2014)

Dimana:

τ = Torsi (Nm)

Pd = Daya aktual motor listrik (Watt)

N = kecepatan putar motor listrik (rpm)

4. Pisau Pencacah

Komponen ini merupakan salah satu komponen penting dalam mesin pencacah sampah organik. Motor penggerak akan menggerakkan pisau untuk berputar menghancurkan sampah organik dikarenakan adanya gaya tangensial.

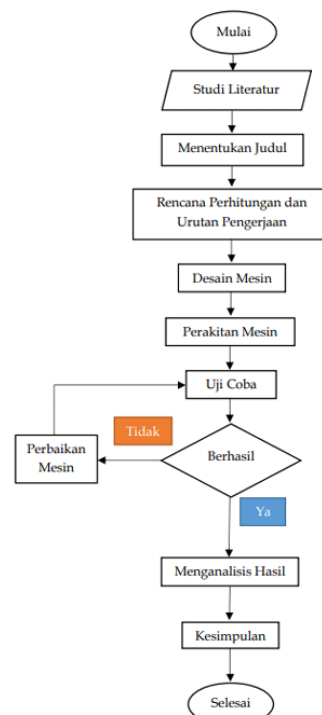
5. Rangka Mesin

Rangka mesin pencacah sampah organik berfungsi untuk menahan, menopang, dan menempatkan semua komponen mesin menjadi satu kesatuan agar dapat bekerja dengan baik.

6. Wadah Penampung

Komponen ini merupakan wadah yang berfungsi sebagai tempat menampung sampah organik yang telah tercacah.

METODE



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *research and development (R&D)* yang dimulai dengan identifikasi permasalahan, perencanaan perhitungan dan pembuatan desain mesin, perakitan mesin, hingga pengujian fungsi mesin. Dalam proses desain, mesin ini dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas rumah tangga, struktur pisau yang modular, serta efisiensi dalam pemanfaatan daya listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini diperoleh dari perhitungan sistematis berdasarkan perencanaan desain yang relevan. Data hasil perancangan yang diperoleh

meliputi; tabung pencacahan menggunakan PVC berdiameter 20 cm dengan tinggi 30 cm; motor penggerak berupa motor listrik AC 1 fasa berdaya 0,5 HP dengan kecepatan sinkron 1500 rpm; wadah penampung berbentuk corong menggunakan plat besi galvanis dengan diameter atas 20 cm, diameter bawah 3 cm, dan tinggi 15 cm; saringan menggunakan plat besi galvanis dengan diameter lubang penyaringan 5 mm; rangka menggunakan besi *hollow* dengan tebal 2 mm dan ukuran 3x3 dengan panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 75 cm; pisau pencacah dari bahan SS 304 yang berjumlah 12 mata pisau dengan panjang 16 cm, lebar 3 cm, dan tebal 3 mm; poros penggerak dengan panjang 30-35 cm; as drat kotak ulir berdiameter 2,5 cm di sisi kanan dan kiri tabung sebagai penghubung dengan rangka mesin; pipa penyalur menggunakan PVC dengan diameter 4 cm.

Proses Pembuatan

Pembuatan rangka dibuat dari besi *hollow* dengan ukuran 3x3 cm dan ketebalan 2 mm yang dipotong menggunakan gerinda. Sementara penyangga dinamo menggunakan poros besi yang panjangnya 27 cm. Selanjutnya, proses pengelasan TIG dilakukan untuk menyambungkan seluruh bagian yang telah dipotong sesuai dimensi perancangan. Pada poros besi dipasang engsel yang berjumlah dua buah sebagai penyangga motor listrik.



Gambar 2. Rangka Mesin

Tabung pencacahan yang digunakan terdiri dari dua bahan yaitu PVC dan plat besi galvanis. Proses ini diawali dengan pengukuran pada plat besi galvanis menggunakan penggaris dengan diameter yang sudah ditentukan. Proses pemotongan plat besi galvanis menggunakan gerinda tangan dan dilakukan proses pemberian lubang di bagian yang telah ditentukan. Penyambungan PVC dengan lubang pada tabung menggunakan lem besi. Dibagian tengah alas dan tutup tabung dipasang bearing sebagai penopang poros pisau.



Gambar 3. Tabung Pencacahan

Pisau cacah yang digunakan pada mesin ini berjumlah 12 mata pisau yang dibuat dari bahan stainless steel 304 dengan tebal 3 mm. Pisau dibuat dengan desain *dynaflow* berbentuk bintang dengan empat bilah pisau yang memodifikasi dari desain pisau pada *blender*. Pisau dapat di bongkar pasang dari shaft. Shaft atau poros pisau berukuran 36 cm.



Gambar 4. Poros dan Pisau Pencacah

Corong dibuat dari plat besi galvanis dengan tebal 2 mm. Proses ini diawali dengan mengukur dan menandai diameter dan tinggi corong pada plat besi galvanis. Selanjutnya menghitung keliling diameter atas dan bawah corong dan membaginya menjadi 4 bagian sebagai titik tempa. Ukuran yang telah ditandai dipotong menggunakan gerinda dan dilakukan proses penempaan secara manual menggunakan palu, alas, dan pahat. Sementara pada bagian ujung dilakukan pengelasan untuk menyambungkan kedua sisi.



Gambar 5. Corong Penampung

Saringan hasil pencacahan dibuat dari plat besi saringan yang berdiameter lubang 5 mm dengan ketebalan 2 mm. Proses ini diawali dengan pengukuran plat saringan dengan diameter 20 cm lalu dipotong menggunakan gerinda.



Gambar 6. Saringan

Pengerjaan kran dan saluran hasil pencacahan diawali dengan pengukuran pipa PVC yang berukuran diameter 1 inch dipotong menjadi 40 cm. Selanjutnya, pipa PVC tersebut disambungkan dengan 3 kran menggunakan *knee* PVC. Sementara saluran pencacahan dari corong ke kran atau langsung ke wadah menggunakan pipa PVC berdiameter 4 cm. Penggunaan kran dan saluran hasil pencacahan ini

belum difungsikan secara optimal karena masih terdapat ketidaksesuaian dari segi desain dan ukuran.



Gambar 7. Saluran Penyalur

Pada tahap *finishing* dilakukan pengamplasan menggunakan gerinda untuk menghaluskan bagian yang masih kasar karena proses pengelasan. Selanjutnya dilakukan proses pengecatan yang pertama menggunakan cat *aerosol* untuk mencegah korosi dan meningkatkan daya lekat. Proses pengecatan kedua menggunakan cat besi dan kuas. Setelah dilakukan proses tersebut, seluruh komponen dirakit menjadi satu sistem untuk dilakukan pengujian dalam menilai kinerja dan fungsi alat.



Gambar 8. Finishing dan Perakitan

Perhitungan

- a. Menghitung volume tabung pencacah

$$V_{tabung} = \pi r^2 t$$

$$V_{tabung} = 3,14 \cdot (0,1)^2 \cdot 0,3$$

$$V_{tabung} = 0,00942 \text{ m}^3$$

Diasumsikan volume pisau pencacah dan komponen mesin lainnya di dalam tabung yaitu 25%. Jadi, volume tabung maksimal – volume pisau & komponen mesin lainnya di dalam tabung yaitu:

$$100\% - 25\% = 75\%$$

Jadi, volume maksimal tabung yang dapat menampung sampah yaitu:

$$75\% \times 0,00942 \text{ m}^3 = 0,00706 \text{ m}^3$$

- b. Menghitung massa sampah organik maksimal yang bisa ditampung di tabung pencacah

Diketahui massa jenis sampah organik menurut Hapsari & Herimurti (2017) yaitu $\rho = 380,08 \text{ kg/m}^3$

$$m = \rho \cdot V_{tabung}$$

$$m = 380,08 \times 0,00706$$

$$m = 2,68 \text{ kg} \text{ dibulatkan menjadi } 2,7 \text{ kg}$$

Jadi, massa sampah organik maksimal yang bisa ditampung di tabung pencacah yaitu 2,7 kg.

- c. Menghitung kapasitas mesin

Diketahui:

Sampah masuk (BM) = 2,7 kg

Waktu pencacahan (t) = 3 menit

$$Kp = \frac{\text{Massa sampah masuk}}{\text{Waktu pencacahan}}$$

$$Kp = \frac{2,7 \text{ kg}}{3 \text{ Menit}} = 0,9 \text{ kg/menit}$$

Kapasitas mesin pencacah selama 1 jam

$$Kp = 0,9 \text{ kg/menit} \times 60 \text{ menit}$$

$$Kp = 54 \text{ kg/jam}$$

Jadi, kapasitas mesin pencacah sampah organik yaitu 54 kg/jam.

- d. Menghitung daya aktif motor listrik

Berdasarkan spesifikasi motor listrik yang digunakan yakni motor AC satu fasa dengan daya 0,5 HP.

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ Watt}$$

$$0,5 \times 1 \text{ HP} = 373 \text{ Watt}$$

Jadi, daya aktif pada motor listrik yang digunakan adalah 373 Watt.

- e. Menghitung daya total motor listrik

Tabel I. Hasil Ukur Tegangan, Arus, dan Kecepatan Putar Motor Listrik

Jumlah mata pisau	Level kecepatan Dimmer	Tegangan motor listrik (V)	Arus listrik (A)	Kecepatan putar (rpm)
12	5	98,0	12,6	1293,3
	6	-	-	-
	7	141,4	2,3	1389,5
	8	171,7	2,43	1455,6
	9	216,8	3,26	1465,8
	10	228,3	3,69	1475,1

Uji coba mesin pencacah sampah organik tanpa beban menunjukkan bahwa motor listrik tidak dapat menyala pada level kecepatan 1–4 dan 6 karena tegangan rendah dari dimmer mengurangi medan magnet dan mengganggu kerja kapasitor start. Motor induksi AC satu fasa membutuhkan torsi awal yang cukup agar dapat beroperasi, dan penggunaan dimmer menyebabkan penurunan tegangan yang menghambat proses tersebut.

$$S = \text{daya total (Volt Ampere)}$$

$$S = V \cdot I$$

Tabel II. Hasil Perhitungan Daya Total Motor Listrik Menggunakan *Dimmer*

Level kecepatan <i>Dimmer</i>	Tegangan motor listrik (V)	Arus listrik (A)	Daya total (VA)
5	98,0	12,6	1.234,8
6	-	-	-
7	141,4	2,3	325,2
8	171,7	2,43	417,2
9	216,8	3,26	706,7
10	228,3	3,69	842,4

f. Menghitung faktor daya/cosphi ($\cos\phi$)

$$\cos\phi = \frac{\text{Daya Aktif}}{\text{Daya Total}}$$

Tabel III. Hasil Perhitungan Faktor Daya (Cosphi)

Level kecepatan <i>Dimmer</i>	Daya aktif (Watt)	Daya total (VA)	Cosphi
5	373 Watt	1.234,8	0,3
6		-	-
7		325,2	1,1
8		417,2	0,8
9		706,7	0,5
10		842,4	0,4

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai cosphi yang paling baik yaitu 0,8 pada level kecepatan 8 pada saat motor listrik beroperasi tanpa beban dengan menggunakan *dimmer*. Semakin mendekati 1 maka penggunaan listriknya semakin efisien (Utama *et al.*, 2024).

g. Menghitung kecepatan sinkron motor listrik

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{4}$$

$$N_s = \frac{6.000}{4} = 1.500 \text{ Rpm}$$

Berdasarkan spesifikasi motor, motor listrik AC berfrekuensi 50 Hz dengan 4 kutub (*pole*). Hasil perhitungan kecepatan sinkron motor listrik tersebut yaitu 1500 rpm.

h. Menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi \times N_s}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \times 1.500}{60}$$

$$\omega = \frac{6,28 \times 1.500}{60}$$

$$\omega = \frac{9,420}{60}$$

$$\omega = 157 \text{ rad/s}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, kecepatan sudut yang dihasilkan motor listrik tersebut yaitu 157 rad/s.

i. Menghitung slip motor listrik (saat mesin beroperasi tanpa beban)

$$s = \frac{N_s - N_a}{N_s}$$

$$s = \frac{1500 - 1475,1}{1500} = 0,016$$

$$s = 0,016 \times 100\% = 1,6\%$$

Slip motor listrik ketika mesin beroperasi tanpa beban yakni 1,6%. Artinya, ketika mesin berputar pada keadaan tanpa beban dengan kecepatan motor diantara *standstill* (rotor diam, kecepatan putar = 0) dan kecepatan sinkron, maka akan menghasilkan slip yang kecil. Hal ini akan menghasilkan torsi awal (tenaga awal) yang hanya cukup untuk menggerakkan rotor agar berputar namun di kondisi tanpa beban (Anthony, 2010).

j. Menghitung slip motor listrik saat mesin beroperasi dengan beban

Motor AC induksi dirancang untuk kecepatan konstan, namun penggunaan *dimmer* menurunkan tegangan dan menghambat kerja kapasitor start, sehingga torsi awal melemah dan motor tidak bekerja optimal, terutama saat diberi beban. Semakin besar beban yang diberikan, maka putaran motor akan menurun dan slip yang dihasilkan akan semakin besar (Akbar *et al.*, 2023). Beban berat memerlukan torsi awal yang tinggi, dan jika tegangan tidak cukup, motor bisa cepat panas atau rusak. Karena itu, uji coba dengan beban dilakukan pada level kecepatan tertinggi agar motor tetap dapat beroperasi dengan baik. Kecepatan putar motor listrik ketika beroperasi dengan beban pada level kecepatan 10 dengan menggunakan *dimmer* yakni sebesar 1415,1 rpm.

$$s = \frac{N_s - N_a}{N_s}$$

$$s = \frac{1500 - 1415,1}{1500} = 0,0566$$

$$s = 0,0566 \times 100\% = 5,66\%$$

Nilai slip motor listrik ketika beroperasi pada kondisi di atas yakni sebesar 5,66%. Artinya, nilai slip yang timbul cukup besar sehingga dapat menghasilkan torsi yang cukup besar untuk menggerakkan motor listrik ketika beroperasi dengan beban. Ketika mesin

beroperasi dan motor listrik menghadapi beban, maka kecepatan putar rotor akan berkurang namun nilai slip akan bertambah dan menghasilkan torsi yang lebih besar (Anthony, 2010).

- k. Menghitung daya aktual ketika mesin beroperasi dengan beban

Tabel IV. Hasil Pengukuran Motor Listrik ketika Diberi Beban

Tegangan motor listrik (V)	Arus listrik (A)	Daya Aktif (Watt)	Daya Total (VA)	Faktor daya/ $\cos\phi$
227,5	3,56	373	809,9	0,46

$$P_d = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$P_d = 227,5 \cdot 3,56 \cdot 0,46$$

$$P_d = 372,54 \text{ Watt}$$

Daya aktual yang dibutuhkan motor listrik untuk dapat mengoperasikan mesin dengan beban pada uji coba di atas menunjukkan nilai sebesar 372,54 Watt. Sehingga, motor listrik dengan daya sebesar 0,5 HP sesuai untuk digunakan sebagai motor penggerak mesin pencacah sampah organik ini.

- l. Menghitung torsi motor listrik ketika mesin beroperasi dengan beban

$$\tau = 9,55 \cdot \frac{P_d}{N_a}$$

$$\tau = 9,55 \cdot \frac{372,54}{1415,1}$$

$$\tau = 2,514 \text{ Nm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, torsi yang dihasilkan motor listrik ketika mesin beroperasi dengan beban pada penggunaan *dimmer* di level kecepatan 10 yakni sebesar 2,514 Nm. Semakin besar beban yang diberikan kepada mesin, maka daya yang dibutuhkan semakin besar, torsi yang dihasilkan juga semakin besar sehingga terjadi peningkatan slip, namun kecepatan aktual motor akan menurun (Antonov & Oktariani, 2016).

Uji Fungsi Mesin

Pengujian mesin pencacah sampah organik dilakukan dengan mencacah sampah sayur atau buah seberat 2,7 kg, yang dicampur air dengan perbandingan 1:1 untuk mempermudah pencacahan. Penambahan air membuat sampah lebih lunak dan hasil pencacahan dapat mengalir tanpa menyumbat saluran. Mesin beroperasi pada kecepatan 1415,1 rpm, dengan waktu pencacahan 3 menit dan waktu pengaliran hasil pencacahan ke saringan selama 20 menit 35 detik. Berikut proses uji fungsi pada mesin:



Gambar 9. Proses Uji Fungsi Mesin

Hasil uji coba yang telah dilakukan menunjukkan bahwa total hasil pencacahan sampah organik yakni sebesar 4,897 kg. Perhitungan rendemen hasil pencacahan pada uji coba tersebut yakni sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \left(\frac{\text{massa sampah tercacah}}{\text{massa sampah yg masuk}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \left(\frac{4,897 \text{ kg}}{5,4 \text{ kg}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 0,906 \times 100\% = 90,6\%$$

Berdasarkan data yang diperoleh, proses pencacahan pada mesin ini menghasilkan persentase rendemen sebesar 90,6%. Dimana hasil pencacahan yang diperoleh terdiri dari dua bentuk, yakni hasil pencacahan yang melewati saringan dengan diameter $\leq 5 \text{ mm}$ dengan tekstur lebih cair dan dapat diolah lebih lanjut menjadi pupuk cair. Sementara hasil pencacahan yang tidak melewati saringan dengan ukuran pencacahan $> 5 \text{ mm}$ bertekstur lebih padat dan dapat digunakan sebagai pakan ternak.



Gambar 10. Sampah tercacah yang melewati saringan dengan ukuran $\leq 5 \text{ mm}$



Gambar 11. Sampah tercacah yang tidak melewati saringan dengan ukuran $> 5 \text{ mm}$

SIMPULAN

Mesin pencacah sampah organik multifungsi ini mempunyai kapasitas pemrosesan mencapai 54 kg/jam. Mesin ini beroperasi secara efisien pada daya 372,54 Watt dengan kecepatan putar motor sebesar 1415,1 rpm. Rancangan pisau yang bersifat modular memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan proses

pencacahan sesuai kebutuhan. Mesin ini dapat menghasilkan dua tipe hasil cacahan yang sesuai digunakan sebagai pakan ternak maupun bahan baku pupuk cair. Pada penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan evaluasi terhadap performa jangka panjang mesin serta pengujian langsung dalam kondisi operasional yang nyata.

REFERENSI

- Akbar, A., Meka, S. Y., & Riza, W. (2023). Pengaruh harmonik akibat pengoperasian motor induksi tiga fasa pada sistem tenaga satu fasa. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 15(2), 83–87. <https://doi.org/10.30630/eji.0.0.357>
- Anthony, Z. (2010). *Mesin listrik AC*. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Antonov, A., & Oktariani, Y. (2016). Studi pengaruh torsi beban terhadap kinerja motor induksi tiga fasa. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 9–15.
- Atmam, A., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020). Penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa akibat perubahan besaran kapasitor. *SainETIn*, 4(2), 40–47.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2020). *Peta jalan SDGs Indonesia menuju 2030*.
- Bagia, I. N., & Parsa, I. M. (2018). *Motor-motor listrik* (D. Manesi, Ed.). Rasi Terbit.
- Basuki, B. M., & Robbi, N. (2020). Pemanfaatan handle grinder sebagai mesin pencacah pakan ternak multi fungsi. *Jurnal Abdimas Berdaya*, 3(02), 76–81.
- Hapsari, D. S. A., & Herimurti, W. (2017). *Laju timbunan dan komposisi sampah rumah tangga di kecamatan sukolilo Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hughes, A., & Drury, B. (2019). *Electric motors and drives: Fundamentals, types and applications*. Elsevier Science & Technology.
- Kemenko PMK. (2023). *7,2 juta ton sampah di Indonesia belum terkelola dengan baik*.
- Mawardi, I., Bahri, S., Cebro, I. S., & Hamdani, H. (2024). *Mesin pencacah rumput dan umbian multifungsi*.
- Mulasari, S. A., Sukesni, T. W., Sulistyawati, S., & Tentama, F. (2022). *Alat pencacah dan komposter untuk sampah rumah tangga*.
- Mustiadi, L., Astuti, S., & Purkoncoro, A. E. (2019). *Mengubah sampah organik dan anorganik menjadi bahan bakar pelet partikel arang*.
- Nugraha, N., Pratama, D. S., Sopian, S., & Roberto, N. (2019). Rancang bangun mesin pencacah sampah organik rumah tangga. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3(3). <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i3.3428>
- Nurohman, M. A. A. (2018). Perancangan mesin pencacah sampah sayur dan buah untuk produksi bioetanol. *Journal Simki-Techsain*, 2(9). Retrieved from <http://simki.unpkediri.ac.id/detail/14.1.03.01.01>
- Pemerintah Kota Surabaya. (2023). *Volume sampah harian di Surabaya 60 persen didominasi organik*.
- Riswanda, R., Sugianto, S., Kadir, H., Widianoro, H., & Saragih, A. D. (2023). *Mesin pencacah sampah organik untuk pakan magot kapasitas 200kg/jam*.
- Utama, F. Y., Sakti, A. M., Ganda, A. N. F., Wulandari, D., Riandadari, D., Abdi, F. I., & Puspitasari, D. (2024). *Proses manufaktur 1*. Lamongan: Nawa Literasi Publishing.
- Wildi, T. (2014). *Electrical Machines, Drives, and Power Systems*. Pearson.