

SKRIPSI

ANALISA KAPASITAS MESIN PENCACAH *MULTI MIXER* PAKAN AYAM KUB

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



Disusun Oleh :

HENDRIX TRIWALDI
191000221201026

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISA KAPASITAS MESIN PENCACAH *MULTI MIXER*
PAKAN AYAM KUB**

Oleh:

HENDRIX TRIWALDI
191000221201026

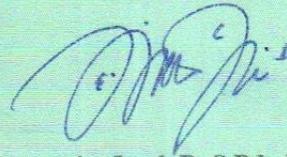
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
NIDN. 1009058002

Dosen Pembimbing II



Desmarita Leni, D. S.Pd., M.T.
NIDN. 1003038503

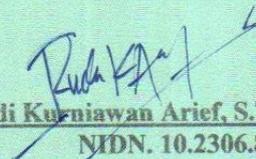
Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat



Masril, S.T., M.T.
NIDN. 10.0505.7407

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 10.2306.8103

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

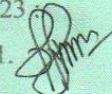
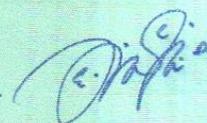
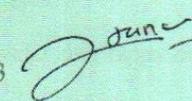
Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 12 Agustus 2023 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 15 Agustus 2023
Mahasiswa,

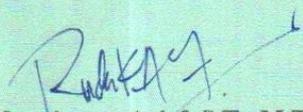
HENDRIX TRIWALDI
191000221201026

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 12 Agustus 2023

1. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
2. Desmarita Leni. D., S.Pd., M.T.
3. Jana Hafiza, S.T., M.T.
4. Femi Earnestly, S.Si., M.Si., Ph.D.

1. 
2. 
3. 
4. 

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin


Rudi Kurpiawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN. 10.2306.8103

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hendrix Triwaldi

NIM : 19.10.002.21201.026

Judul Skripsi : Analisa Kapasitas Mesin Pencacah *Multi Mixer* Pakan Ayam Kub

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 15 Agustus 2023



HENDRIX TRIWALDI
191000221201026

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan analisa kapasitas mesin pencacah *multi mixer* dengan parameter yang di terapkan seperti: rpm, waktu dan *input* serta *output* mesin dari segi pemasukan berat bahan dan keluaran pakan yang di hasilkan guna untuk menghitung kinerja dan kapasitas dari mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB (ayam kampung unggul balitbangtan). Pada proses analisa kapasitas mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam kub, persiapan yang di lakukan antara lain dari persiapan alat dan bahan untuk pengujian, pengujian, pengambilan data, analisa dan di lanjutkan dengan pengambilan kesimpulan. Pada pengambilan data akan dilakukan pengujian pencacahan dan pengadukan, dimana sampel bahan uji yang digunakan yaitu limbah sayur, dedak dan air. *Output* cacahan terbesar pada *input* awal dengan berat 1 kg didapatkan dari putaran mesin 2895 rpm dengan berat hasil cacahan 0,95 kg. Perbandingan yang cocok untuk adukan pakan yaitu 1 kg limbah sayur , 1 kg dedak dan 2 kg air. Jadi kapasitas mesin pencacah *multi mixer* diketahui sebesar 239,521 kg/jam dengan perbandingan bahan yaitu 1 kg cacahan limbah sayur, 1 kg dedak dan 2 kg air.

Kata kunci: analisa kapasitas, pakan ayam, pencacah, pengaduk, *multi mixer*



ABSTRACT

In this study, the capacity analysis of the multi mixer chopper machine was carried out with the parameters applied such as: rpm, time and input and output of the machine in terms of the weight of the input material and the output of the feed produced in order to calculate the performance and capacity of the KUB chicken feed multi mixer chopper. (Balitbangtan superior native chicken). In the process of analyzing the capacity of the multi mixer chopping machine for kub chicken feed, the preparations made include preparing tools and materials for testing, testing, data collection, analysis and proceed with drawing conclusions. In data collection, enumeration and mixing tests will be carried out, where the samples of the test materials used are vegetable waste, bran and water. The largest chopped output at the initial input with a weight of 1 kg is obtained from the engine speed of 2895 rpm with a chopped weight of 0.95 kg. A suitable ratio for the feed mix is 1 kg of vegetable waste, 1 kg of bran and 2 kg of water. So the capacity of the multi-mixer chopping machine is known to be 239.521 kg/hour with a material ratio of 1 kg of chopped vegetable waste, 1 kg of bran and 2 kg of water.

Keywords: *capacity analysis, chicken feed, chopper, stirrer, multi mixer*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis tuju kepada:

1. Bapak Masril, S.T., M.T. selaku dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
2. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin.
3. Bapak Muchlisinalahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibuk Desmarita Leni. D, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Dan yang paling penting terima kasih untuk diri sendiri yang sudah mampu bertahan sejauh ini.
6. Ibu, ayah, adek dan kawan-kawan serta seluruh keluarga yang selalu memberi dukungan pada penulis sampai dititik ini.
7. Senior, sahabat dan rekan-rekan Mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat atas semangat, kritikan, dan masukan-masukan yang membangun.

Akhir kata penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa teknik mesin.

Bukittinggi, 15 Agustus 2023

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Prinsip Kerja Mesin Pencacah <i>Multi Mixer</i>	5
2.2 Motor Bakar Bensin.....	5
2.2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah.....	6
2.2.2 Parameter Unjuk Kerja Mesin Bensin.....	9
2.3 Teknologi dan Perkembangan Mesin Pencacah Pakakan	12
2.3.1 Mesin Pencacah Pakan	12
2.3.2 Desain-Desain Mesin Pencacah Pakan Yang Ada.....	13
2.3.3 Fitur-Fitur Penting dalam Mesin Pencacah Pakan.....	16
2.3.4 Metode Pencampuran dan Pencacahan Pakan dalam Mesin Pencacah Pakan.....	18

2.4	Performa Mesin	20
2.4.1	Torsi.....	21
2.4.2	Daya.....	21
2.4.3	Konsumsi Bahan Bakar.....	22
2.5	Standar Pengukuran Mesin Pencacah <i>Multi Mixer</i>	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Diagram Alir	25
3.2	Mesin Pencacah <i>Multi Mixer</i>	26
3.3	Alat dan Bahan	27
3.3.1	Alat.....	27
3.3.2	Bahan.....	28
3.4	Pengujian.....	29
3.5	Pengambilan Data.....	30
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Data.....	31
4.2	Pembahasan.....	36
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
Tabel 3.1. Speifikasi mesin pencacah <i>multi mixer</i>	26
Tabel 4.1. Pengujian pencacah limbah sayur 1 kg.....	31
Tabel 4.1. Hasil pengujian pencacah limbah sayur 1 kg.....	32
Tabel 4.2. Pengujian perbandingan bahan.....	27
Tabel 4.3. Hasil pengujian pengadukan... ..	35



DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Motor bakar bensin.....	6
Gambar 2.2. Langkah hisap.....	7
Gambar 2.3. Langkah kompresi.....	8
Gambar 2.4. Langkah usaha.....	8
Gambar 2.5. Langkah buang.....	9
Gambar 2.6. Mesin Pencacah Tumbuhan (<i>Impact Shredder</i>).....	14
Gambar 2.7. Mesin Pencacah Putar (<i>Rotary Shredder</i>).....	14
Gambar 2.8. Mesin Pencacah Gergaji (<i>Saw Shredder</i>).....	15
Gambar 2.9. Mesin Pencacah Cakar (<i>Claw Shredder</i>).....	16
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3.2. Mesin Pencacah <i>Multi Mixer</i>	26
Gambar 3.3. (a) Tachometer, (b) Meteran, (c) Timbangan dan (d) <i>Stopwatch</i>	27
Gambar 3.4. (a) Limbah sayur, (b) Dedak, dan (c) Air	28
Gambar 4.1. Grafik perbandingan waktu pencacah dengan putaran mesin...	33
Gambar 4.2. Grafik perbandingan hasil output pencacahan dengan putaran mesin.....	34
Gambar 4.3. Hasil pengadukan pakan dengan variasi perbandingan bahan..	35
Gambar 4.4. Grafik perbandingan putaran dengan perbandingan bahan	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemberian pakan kepada ternak umumnya dilakukan secara langsung tanpa melalui tahap perlakuan atau penanganan sebelumnya. Praktik ini berpotensi mengurangi efisiensi dalam penggunaan pakan[1]. Keharusan memenuhi kebutuhan nutrisi dalam proporsi yang tepat dan seimbang menjadi penting dalam pakan ternak. Ini disebabkan oleh ketidakcocokan dalam menentukan komposisi, yang dapat berpengaruh negatif terhadap pemenuhan nutrisi yang tepat dan berpotensi memengaruhi efisiensi serta anggaran yang dikeluarkan[2]. Salah satu cara untuk mengefektifkan pemberian pakan adalah dengan melakukan pencacahan dengan ukuran tertentu agar pencampuran bahan tambahan dapat tercampur secara merata.

Sebelumnya, Angga Prasetya Putra bersama timnya telah berhasil mengembangkan sebuah mesin pencacah pakan ternak serbaguna dengan 5 mata pisau dan menggunakan motor bakar diesel dengan daya sebesar 5,5 kW (setara dengan 4.10135 watt). Perancangan yang di buat adalah dengan dimensi alat sebesar 600 mm panjang, 795 mm lebar, dan 1.140 mm tinggi. Poros penggerak yang di gunakan berdiameter 60 mm sepanjang 711 mm. Pada sistem transmisi digunakan *V-belt* tipe A 52. Semua spesifikasi telah dirancang dan dipelajari secara seksama guna menciptakan mesin yang efisien dan handal tanpa mengorbankan kualitas dan performa[3].

Pada perancangan mesin pengaduk (*mixing*) sebelumnya, Nugroho Tri Atmoko dan kawan-kawan juga telah melakukan perancangan untuk mesin pencampur dengan kapasitas 500 kg/jam, dimana mesin ini memiliki kemampuan untuk mempercepat proses pengadukan paakan ternak dengan kapasitas besar dan dalam waktu yang singkat[4].

Belakangan ini, sekelompok peneliti yang terdiri dari Mustofa dan rekannya telah melaksanakan sebuah studi mengenai desain dan pengujian mesin pembuat pakan ternak. Proses penelitian melibatkan beberapa tahap seperti perancangan konstruksi, desain alat, pengujian dan pengambilan data. Mesin pembuat pakan

ternak terdiri dari komponen pencacah dan pengaduk, dengan volume keseluruhan sebesar 18.840 cm^3 dan didukung oleh motor bakar berkekuatan 5,5 HP. Kapasitas total dari mesin setelah dilakukan nya pengambilan data menggunakan pengujian dua macam hijauan yaitu kangkung dan rumput gajah masing-masing sebesar 123,3 kg/jam dan 170 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi mesin berbeda tergantung pada jenis hijauan yang digunakan sebagai bahan baku[2].

Pada analisa rancang bangun mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB (ayam kampung unggul balitbangtan) yang di rancangan oleh Elpasdi Meitwoinda, dilakukan penganalisaan kapasitas pada mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB (ayam kampung unggul balitbangtan). Mesin ini menggunakan motor bakar 5 HP yang akan menggerakkan pisau pencacah serta poros pengaduk. Prinsip kerja dari alat ini adalah mencacah limbah sayur-sayuran menjadi cacahan halus kemudian hasil cacahan akan diteruskan ke bak pengaduk, dalam bak pengaduk hasil cacahan akan dicampur dengan tambahan pakan berupa dedak dan sedikit air. Output dari mesin ini berupa hasil adukan pakan yang nantinya akan menjadi pakan ternak ayam KUB.

Walaupun mesin telah direalisasikan, namun analisa kapasitas mesin belum dilakukan. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisa kapasitas mesin pencacah *multi mixer* dengan parameter yang di terapkan seperti: rpm, waktu dan input serta output mesin dari segi pemasukan berat bahan dan keluaran pakan yang di hasilkan guna untuk menghitung kinerja dan kapasitas dari mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB (ayam kampung unggul balitbangtan).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana menganalisa hasil dari mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB (ayam kampung unggul balitbangtan).

1.3 Batasan Masalah

Dalam merancang mesin pencacah multi-mixer ini, kami memilih menggunakan motor bakar bensin 5 HP sebagai sumber tenaga. Kami

menggabungkan penghubung transmisi berupa puli dan *V-belt* tipe A untuk mengoptimalkan performa mesin.

Analisa yang di lakukan terfokus pada hasil cacahan, pengadukan, jumlah perbandingan adukan, dan kapasitas hasil dari mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam kub.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara menganalisa performa dari mesin.
2. Mengetahui cara menghitung kapasitas mesin (pengadukan dan cacahan).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini akan memberikan analisis yang mendalam tentang mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam kub. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang kinerja mesin, dapat dilakukan pengoptimalan dan peningkatan efisiensi operasional.
2. Melalui analisis mesin, dapat diidentifikasi cara-cara untuk mengoptimalkan penggunaan bahan baku dalam proses pencacahan dan pencampuran pakan ayam kub. Hal ini dapat mengurangi pemborosan dan pengoptimalan pemakaian sumber daya sehingga dapat mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas tentang pengertian mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB, keunggulan mesin pencacah *multi mixer*

pakan ayam KUB , bagian bagian utama mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB dan analisa bahan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB, alat dan bahan untuk proses analisa, proses pengujian.

BAB IV : DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang data dan pembahasan dari hasil pengujian mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas tentang kesimpulan dan saran dari proses analisa kapasitas mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB ini.

Daftar Pustaka

Lampiran



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Prinsip Kerja Mesin Pencacah *Multi Mixer*

Mesin pencacah *multi mixer* yang akan dirancang mengadopsi prinsip kerja yang efisien dan inovatif. Ditenagai oleh motor penggerak bensin yang handal, mesin ini mengintegrasikan dua komponen utama, yaitu mesin pencacah dan mesin pengaduk *mixer*. Proses dimulai dengan memasukkan sayur-sayuran sebagai bahan input ke dalam mesin pencacah. Mesin ini akan dengan cepat dan efektif menghancurkan sayur-sayuran menjadi potongan-potongan kecil yang diinginkan. Hasil cacahan kemudian langsung dialirkan ke mesin pengaduk, di mana mereka akan dicampur dengan dedak dan air. Perbandingan dedak dan air telah ditentukan sebelumnya untuk mencapai hasil yang optimal. Dengan pendekatan ini, mesin pencacah *multi mixer* mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses pencacahan dan pengadukan, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menghasilkan campuran yang homogen dan berkualitas tinggi.

2.2 Motor Bakar Bensin

Motor bakar sebagai pesawat penggerak, yang mampu mengubah energi termal menjadi energi mekanik[5]. Tempat terjadinya perubahan tersebut ada didalam ruang bakar (*combustion chamber*) dimana proses yang terjadi merupakan suatu siklus dan gas sebagai fluida kerjanya. Proses pembakaran yang berada didalam mesin itu sendiri disebut sebagai Internal Combustion dan motor yang menggunakan prinsip tersebut disebut sebagai motor pembakaran dalam. Sedangkan proses pembakaranyang berada diluar mesin itu sendiri disebut sebagai *External Combustion* dan motor yang menggunakan prinsip tersebut disebut sebagai motor pembakaran luar.

1. Pembakaran Dalam

Pembakaran dalam yang dimaksud adalah bahwa bahan bakar dan udara terbakar didalam ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepalatorak, dan kepala silinder. Gas pembakaran ini mempunyai

nilai bakar atau panas yang tinggi yang mampu menggerakkan torak dan memutar poros engkol.

Pada motor dengan pembakaran dalam ini mempunyai katup hisap dan katup buang untuk motor 4 langkah dan 2 katup buang pada motor 2 langkah. Katup hisap berfungsi untuk masuknya udara bersih ke silinder dan katup buang berfungsi sebagai jalan untuk mengeluarkan gas buang.

2. Pembakaran Luar

Pembakaran luar adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau mekanis dibangkitkan diluar ruang bakar. Dalam proses pembakaran tersebut, energi dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas yang terjadi diluar silinder motor. Sebagai contoh adalah proses pembakaran yang terjadi pada mesin uap, dimana proses pembakarannya terjadi didalam ruang bakar ketel uap, kemudian uap dari ketel tersebut disalurkan kedalam silinder, didalam silinder inilah uap tersebut menggerakkan torak atau piston, sehingga timbul tenaga gerak.

Berikut adalah penampakan motor bakar bensin yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



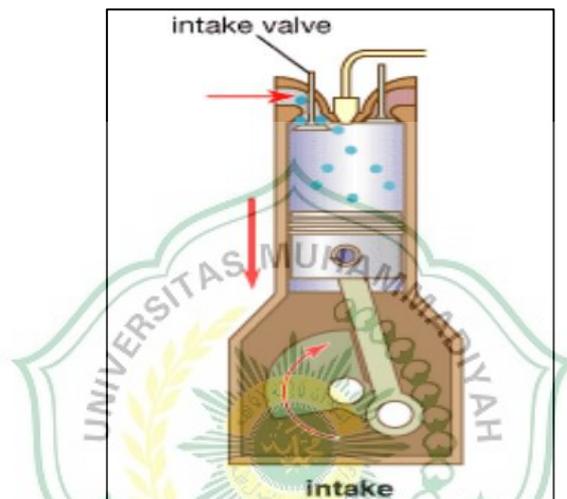
Gambar 2.1 Motor bakar bensin

2.2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Pada motor bensin 4 langkah prinsip kerjanya untuk menyelesaikan satu siklus terdapat 4 langkah piston, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, Langkah usaha, dan langkah buang sehingga dalam satu siklusnya tercapai dalam dua putaran poros engkolnya.

1. Langkah Hisap

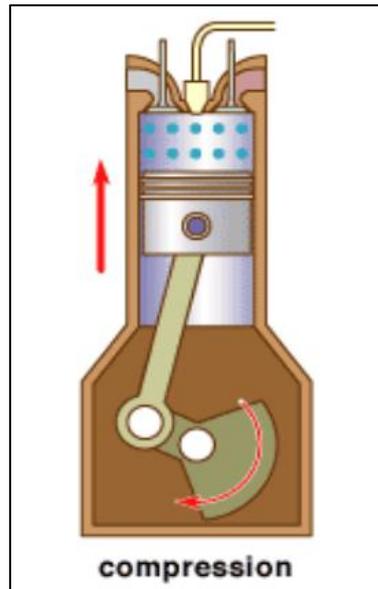
Dalam langkah ini, campuran bahan bakar dan bensin dihisap ke dalam silinder. Katup hisap membuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju ke titik mati bawah (TMB), menyebabkan ruang silinder menjadi vakum dan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder yang disebabkan adanya tekanan udara luar. Langkah hisap dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2. Langkah hisap[6]

2. Langkah Kompresi

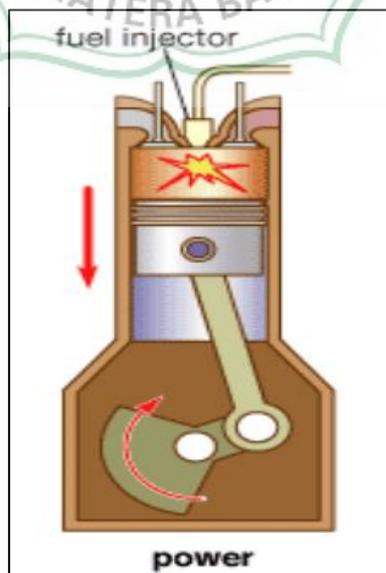
Dalam langkah ini, campuran udara dari bahan bakar dikompresikan, katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran yang dihisap tadi dikompresikan akibatnya tekanan dan temperatur akan naik, sehingga akan mudah terbakar. Saat inilah percikan dari busi terjadi. Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai titik mati atas (TMA). Langkah kompresi dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Langkah kompresi[6]

3. Langkah Usaha

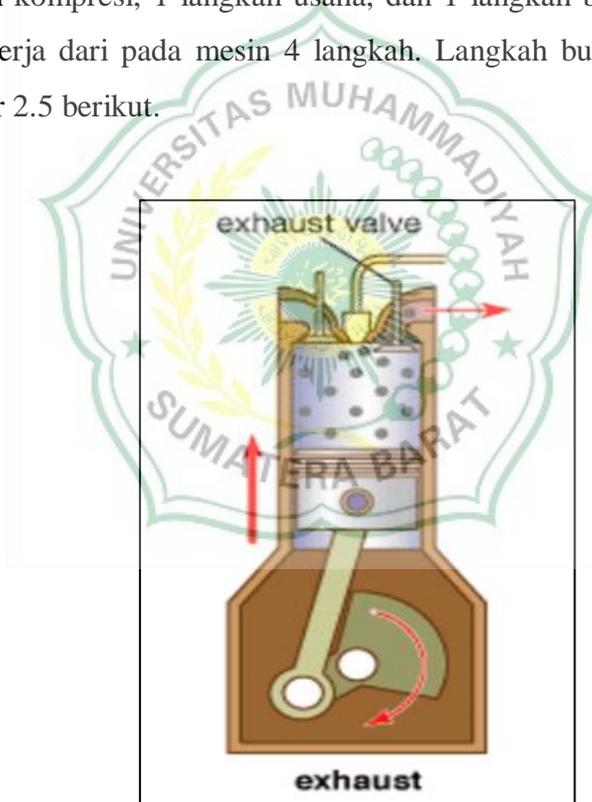
Dalam langkah ini mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Saat torak mencapai titik mati atas (TMA) pada saat langkah kompresi, busi memberikan loncatan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin. Langkah usaha dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Langkah usaha[6]

4. Langkah Buang

Pada langkah ini gas yang sudah terbakar akan dibuang ke luar silinder. Katup buang membuka sedangkan katup hisap tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), mendorong gas hasil pembakaran ke luar silinder. Pada saat akhir langkah buang dan awal langkah hisap, kedua katup akan membuka sedikit (valve overlap) yang berfungsi sebagai langkah pembilasan (campuran udara dan bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran). Ketika torak mencapai titik mati atas (TMA), akan dimulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam siklus yang terdiri dari 4 langkah, yaitu 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, dan 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin 4 langkah. Langkah buang dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Langkah buang[6]

2.2.2 Parameter Unjuk Kerja Mesin Bensin

Pada motor bakar torak, daya yang berguna adalah daya poros dan daya poros itulah yang menggerakkan beban. Daya poros itu sendiri dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak. Daya yang berputar ditimbulkan oleh bahan bakar yang dibakar dalam silinder

yang selanjutnya torak akan menggerakkan semua mekanisme pada motor bakar. Unjuk kerja motor bakar tergantung dari daya yang dapat ditimbulkan. Unjuk kerja pembakaran ini biasanya dinyatakan dalam daya kuda (PS) atau KW persatuan isi langkah.

1. Daya

Daya didefinisikan sebagai besarnya kerja yang dilakukan yaitu merupakan hasil kali gaya dengan kecepatan linier/torsi dengan kecepatan linier/torsi dengan kecepatan sudut. Oleh sebab itu untuk mengukur daya dapat dilakukan dengan mengukur torsi dari putaran mesin, kemudian dapat dihitung dengan persamaan 2.1 berikut[6]:

$$N_e = \frac{2 \pi P. R. n}{x} \quad \dots(2.1)$$

Dimana :

- Ne = Daya efektif (Hp)
- P = Beban (kgf)
- R = Jari-jari (m)
- n = Putaran (Rpm)
- x = Factor konversi (75 x 60 x 9,81 N.m/HP.detik)

Torsi yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan 2.2 berikut:

$$\tau = P. R = \frac{N_e . x}{2\pi. R. n} . R \quad \dots(2.2)$$

Dimana :

- t = Torsi (N.m)
- P = Beban dynamometer (m)
- R = Panjang lengan dynamometer

2. Tekanan Efektif Rata – Rata

Tekanan efektif rata rata adalah besarnya tekanan rata rata yang dianggap menghasilkan daya pada langkah kerja. Hubungan antara daya dan tekanan dapat dihitung dengan persamaan 2.3 berikut:

$$P_e = \frac{N_e \cdot 450000}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \quad \dots(2.3)$$

Dimana :

N_e = Tenaga kuda poros (PS)

V_L = Volume langkah torak per silinder (cm³)

z = Jumlah silinder

n = Putaran per menit (Rpm)

a = Jumlah siklus per putaran

1 untuk motor 2-langkah ; 1/2 untuk motor 4-langkah

1 Hp = 1,0143 PS

3. Efisiensi Thermis

Efisiensi thermal merupakan perbandingan antara daya yang dihasilkan dengan energy dari pembakaran bahan bakar. Dalam kenyataan tidak semua energy yang dihasilkan oleh proses pembakaran dapat dikonversikan menjadi energy mekanis berguna , maka efisiensi thermal dapat dihitung dengan persamaan 2.4 dan 2.5 berikut :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{\dot{G}_f \cdot Q_c} \times \frac{3600 \times 75}{427} \quad \dots(2.4)$$

$$\eta_{th} = \frac{P_e \times V_L \cdot z \cdot n \cdot a}{\dot{G}_f \cdot Q_c} \times \frac{3}{427 \times 5} \quad \dots(2.5)$$

Keterangan :

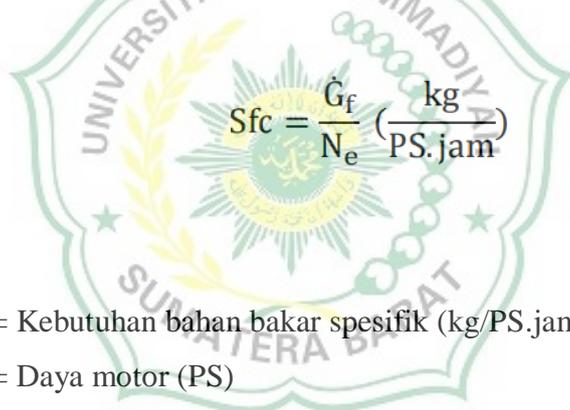
η_{th} = Efisiensi thermal total (%)

N_e = Daya motor (PS)

- \dot{G}_f = Jumlah bahan bakar yang dipergunakan (kg/jam)
- Q_c = Nilai kalor bahan bakar (kkal/kg)
- P_e = Tekanan efektif rata-rata (kg/cm²)
- V_L = Volume langkah torak per silinder (cm³)
- z = Jumlah silinder
- n = Putaran per menit (Rpm)
- a = Jumlah siklus per putaran
- 1 untuk motor 2-langkah ; ½ untuk motor 4-langkah
- 1 PS = 75 m.kg/detik

4. Kebutuhan Bahan Bakar Spesifik

Kebutuhan bahan bakar spesifik merupakan ukuran banyaknya bahan bakar yang diperlukan satuan daya tiap jam, dapat dihitung dengan persamaan 2.6 berikut:



$$S_{fc} = \frac{\dot{G}_f}{N_e} \left(\frac{\text{kg}}{\text{PS.jam}} \right) \quad \dots(2.6)$$

Dimana :

- S_{fc} = Kebutuhan bahan bakar spesifik (kg/PS.jam)
- N_e = Daya motor (PS)
- \dot{G}_f = Jumlah bahan bakar yang dipergunakan (kg/jam)

2.3 Teknologi Dan Perkembangan Mesin Pencacah Pakan

2.3.1 Mesin Pencacah Pakan

A. Definisi dan tujuan mesin pencacah pakan

Mesin pencacah pakan, juga dikenal sebagai mesin pencacah pakan, adalah perangkat mekanik yang digunakan untuk memotong dan menghancurkan bahan pakan seperti jerami, rumput, jagung, dan jerami. Tujuan utama dari mesin pencacah pakan adalah untuk mengubah bahan pakan yang kasar menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam, sehingga lebih mudah dicerna oleh hewan ternak[7]. Proses pencacahan ini memungkinkan pakan menjadi lebih terjangkau

dan memaksimalkan efisiensi penggunaan pakan, karena partikel-partikel kecil dapat dicampur secara merata dalam pakan, sehingga hewan ternak mendapatkan nutrisi yang seimbang. Selain itu, mesin pencacah pakan juga membantu mengurangi limbah dan memanfaatkan bahan pakan yang sebelumnya tidak dapat dimakan oleh hewan ternak. Dengan memastikan ketersediaan pakan yang tepat, mesin pencacah pakan berperan penting dalam meningkatkan produktivitas dan kesehatan hewan ternak serta mengurangi biaya pakan dalam industri peternakan modern.

B. Peran penting mesin pencacah pakan dalam industri pakan ternak

Mesin pencacah pakan memiliki peran yang sangat penting dalam industri pakan ternak. Mesin ini membantu menghancurkan bahan pakan menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam, sehingga memudahkan proses pencampuran pakan dan penyerapannya oleh ternak. Dengan menggunakan mesin pencacah pakan, peternak dapat menciptakan rasio nutrisi yang tepat untuk setiap jenis ternaknya, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan hewan ternak[8]. Selain itu, mesin pencacah pakan juga membantu mengurangi limbah pakan, karena menghasilkan pakan yang lebih efisien dan terukur. Dengan demikian, mesin pencacah pakan berperan penting dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam industri pakan ternak, serta berkontribusi pada keberlanjutan dan kesejahteraan ternak.

2.3.2 Desain-Desain Mesin Pencacah Pakan Yang Ada

Mesin pencacah pakan adalah peralatan yang digunakan untuk menghancurkan dan memotong bahan pakan seperti jerami, rumput, atau limbah pertanian menjadi ukuran yang lebih kecil. Ada beberapa klasifikasi mesin pencacah pakan berdasarkan prinsip kerjanya, dan setiap desain memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda. Berikut ini adalah penjelasan rinci tentang beberapa klasifikasi mesin pencacah pakan dan karakteristik desainnya:

1. Mesin Pencacah Tumbukan (*Impact Shredder*):

Mesin ini menggunakan kekuatan tumbukan untuk menghancurkan bahan pakan. Bahan pakan dimasukkan ke dalam mesin melalui lubang pakan, dan

kemudian dipukul oleh palu-palu yang berputar dengan kecepatan tinggi. Kelebihan dari mesin ini adalah kemampuannya dalam menghasilkan potongan-potongan pakan yang seragam. Namun, kekurangannya adalah tingginya kebisingan dan energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin ini. Mesin pencacah tumbukan dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Mesin Pencacah Tumbukan (*Impact Shredder*)[9]

2. Mesin Pencacah Putar (*Rotary Shredder*):

Desain mesin ini melibatkan rotor yang berputar dengan pisau-pisau tajam yang terpasang di atasnya. Bahan pakan dimasukkan melalui lubang pakan, dan kemudian dipotong oleh pisau-pisau yang bergerak secara rotatif. Kelebihan dari mesin pencacah putar adalah efisiensi kerjanya yang tinggi dan kemampuannya untuk menghancurkan berbagai jenis bahan pakan. Namun, mesin ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan daya yang cukup besar dan membutuhkan perawatan yang baik untuk menjaga kualitas potongan pakan. Mesin pencacah putar dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Mesin Pencacah Putar (*Rotary Shredder*)[10]

3. Mesin Pencacah Gergaji (*Saw Shredder*):

Mesin ini menggunakan pisau gergaji yang bergerak maju mundur untuk memotong bahan pakan. Pisau gergaji tersebut dipasang pada rotor yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Kelebihan dari mesin ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan potongan pakan yang seragam dengan ukuran yang dapat disesuaikan. Kekurangannya adalah mesin ini cenderung lebih mahal dan lebih sulit dalam perawatannya dibandingkan dengan desain-desain lain. Mesin pencacah gergaji dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Mesin Pencacah Gergaji (*Saw Shredder*)[11]

4. Mesin Pencacah Cakar (*Claw Shredder*):

Mesin pencacah ini menggunakan cakar atau gigi-gigi yang terpasang pada rotor untuk menghancurkan bahan pakan. Cakar-cakar tersebut berputar dengan kecepatan tinggi dan merobek bahan pakan menjadi potongan-potongan kecil. Kelebihan mesin ini adalah kemampuannya dalam mengolah bahan pakan yang sulit seperti cabang atau ranting. Namun, kekurangannya adalah suara yang bising dan pemeliharaan yang rumit karena kerusakan yang mungkin terjadi pada cakar-cakar tersebut. Mesin pencacah cakar dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Mesin Pencacah Cakar (*Claw Shredder*)[12]

Setiap desain mesin pencacah pakan memiliki karakteristik yang unik dan cocok untuk kebutuhan yang berbeda. Penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor seperti jenis bahan pakan, kapasitas produksi, dan kebutuhan energi saat memilih mesin pencacah pakan yang tepat.

2.3.3 Fitur-Fitur Penting Dalam Mesin Pencacah Pakan

Mesin pencacah pakan adalah peralatan pertanian yang digunakan untuk menghancurkan dan mencacah berbagai jenis pakan ternak, seperti jerami, rumput, dedaunan, atau biji-bijian, menjadi ukuran yang lebih kecil dan mudah dikonsumsi oleh hewan ternak. Berikut adalah beberapa fitur penting yang harus diperhatikan dalam mesin pencacah pakan:

1. Kekuatan dan Kualitas Konstruksi: Fitur penting yang harus dipertimbangkan adalah kekuatan dan kualitas konstruksi mesin pencacah pakan. Mesin harus terbuat dari bahan yang tahan lama dan berkualitas tinggi agar dapat menangani beban kerja yang berat dan tahan terhadap keausan seiring waktu.
2. Jenis Pisau: Pisau adalah komponen kunci dalam mesin pencacah pakan. Pisau harus terbuat dari bahan yang kuat dan tajam agar dapat mencacah pakan dengan efisien. Pisau juga harus mudah diatur atau diganti jika diperlukan.
3. Sistem Penggerak: Mesin pencacah pakan dapat menggunakan sistem penggerak berupa motor listrik, mesin diesel, atau penggerak traktor. Pemilihan sistem penggerak tergantung pada kebutuhan dan ketersediaan energi di lokasi penggunaan mesin.
4. Ukuran Cacahan yang Dihasilkan: Mesin pencacah pakan harus dapat menghasilkan cacahan dengan ukuran yang konsisten dan sesuai dengan kebutuhan ternak. Beberapa mesin dapat mengatur ukuran cacahan dengan mengubah posisi pisau atau menggunakan layar berlubang yang berbeda untuk mengontrol ukuran cacahan.
5. Kapasitas Produksi: Kapasitas produksi mesin pencacah pakan merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan. Kapasitas harus sesuai dengan jumlah ternak yang akan diberi pakan. Mesin dengan kapasitas produksi yang lebih besar akan lebih efisien untuk peternakan besar, sementara mesin dengan kapasitas produksi yang lebih kecil cocok untuk peternakan skala kecil.
6. Keamanan Pengguna: Mesin pencacah pakan harus dirancang dengan memperhatikan keamanan pengguna. Fitur-fitur keamanan seperti pengaman pisau, perlindungan terhadap kebocoran listrik, dan pelindung mesin harus ada untuk mencegah kecelakaan dan cedera pada operator.
7. Portabilitas: Beberapa mesin pencacah pakan dirancang dengan fitur portabilitas yang memungkinkan mereka untuk dipindahkan dengan mudah antara lokasi. Ini dapat bermanfaat jika mesin digunakan di beberapa peternakan atau area pakan yang berbeda.

8. Perawatan dan Pemeliharaan: Mesin pencacah pakan yang baik harus mudah dalam perawatan dan pemeliharaan. Bagian-bagian yang rentan aus atau rentan rusak harus mudah diakses dan diganti. Petunjuk perawatan dan pemeliharaan yang jelas harus disediakan oleh produsen.
9. Harga dan Ketersediaan Suku Cadang: Terakhir, faktor harga dan ketersediaan suku cadang harus dipertimbangkan. Mesin pencacah pakan harus memiliki harga yang sesuai dengan fitur-fitur dan kualitas yang ditawarkan. Selain itu, pastikan suku cadang untuk mesin tersebut mudah didapatkan di pasar atau dari produsen.

Dalam memilih mesin pencacah pakan, penting untuk mempertimbangkan fitur-fitur di atas agar dapat memenuhi kebutuhan penggunaan, mengoptimalkan efisiensi, dan memastikan keselamatan penggunaan mesin.

2.3.4 Metode Pencampuran dan Pencacahan Pakan dalam Mesin Pencacah Pakan

Metode pencampuran dan pencacahan pakan dalam mesin pencacah pakan merupakan proses penting dalam industri peternakan moderen. Dalam upaya memastikan kebutuhan nutrisi hewan ternak terpenuhi secara optimal, metode ini digunakan untuk menghasilkan pakan yang seimbang dan konsisten. Pencampuran pakan yang baik akan membantu memastikan distribusi yang merata dari berbagai bahan pakan, sedangkan pencacahan pakan bertujuan untuk menghancurkan dan mengurangi ukuran partikel sehingga mempermudah pencernaan hewan ternak[13].

1. Pencampuran Pakan:

Metode pencampuran pakan dalam mesin pencacah pakan bertujuan untuk memastikan bahwa bahan pakan yang berbeda dicampur dengan rata sehingga setiap bagian pakan mengandung proporsi yang tepat. Proses pencampuran yang baik akan menghasilkan pakan yang seragam dalam kualitas nutrisi dan cita rasa, serta mencegah terjadinya pemisahan bahan pakan selama penyimpanan atau transportasi. Beberapa metode pencampuran yang umum digunakan dalam mesin pencacah pakan adalah:

- a. Pencampuran dengan Gaya Gravitasi: Metode ini melibatkan penggunaan gravitasi untuk mencampur bahan pakan. Bahan pakan dimasukkan ke dalam mesin pencacah pakan melalui saluran pemasukan dan kemudian dibiarkan mengalir secara alami. Proses ini bergantung pada perbedaan berat jenis bahan pakan untuk mencapai pencampuran yang baik.
- b. Pencampuran dengan Bantuan *Paddle* atau *Paddle Mixer*: Metode ini menggunakan paddle atau pengaduk untuk mencampur bahan pakan. Bahan pakan dimasukkan ke dalam ruang pencampuran, dan paddle akan berputar untuk mengaduk bahan pakan hingga terjadi pencampuran yang merata. Metode ini efektif dalam mencampur bahan pakan dengan tekstur yang berbeda-beda.
- c. Pencampuran dengan Spiral atau *Ribbon Mixer*: Metode ini menggunakan spiral atau pengaduk berbentuk pita untuk mencampur bahan pakan. Spiral akan berputar di sekitar poros sentral, mendorong bahan pakan ke dalam arah yang berbeda-beda. Hal ini menghasilkan pencampuran yang merata dan efisien.

2. Pencacahan Pakan:

Pencacahan pakan adalah proses mengubah bahan pakan mentah menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas pakan oleh hewan, meningkatkan pencernaan nutrisi, dan memfasilitasi proses pencampuran yang baik. Beberapa metode pencacahan yang umum digunakan dalam mesin pencacah pakan adalah:

- a. Pencacahan dengan Menggunakan Pisau Berputar: Metode ini melibatkan penggunaan pisau berputar yang dipasang pada rotor mesin pencacah pakan. Bahan pakan dimasukkan ke dalam mesin, dan pisau berputar akan memotongnya menjadi ukuran yang lebih kecil. Tingkat kehalusan pencacahan dapat diatur dengan mengatur jarak antara pisau dan saringan mesin.
- b. Pencacahan dengan Menggunakan *Hammer Mill*: Metode ini menggunakan palu-palu yang dipasang pada rotor berputar dengan kecepatan tinggi. Bahan pakan dimasukkan ke dalam ruang pencacah, dan palu-palu akan memukul bahan pakan hingga hancur menjadi ukuran

yang lebih kecil. Kecepatan rotor dan jumlah palu dapat diatur untuk mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan.

- c. Pencacahan dengan menggunakan *Roller Mill*: Metode ini melibatkan penggunaan dua atau lebih rol yang berputar dengan kecepatan berbeda. Bahan pakan dimasukkan ke dalam mesin antara dua rol yang berlawanan arah putaran. Bahan pakan akan digiling dan diproses oleh tekanan antara rol-rol tersebut, menghasilkan ukuran yang lebih kecil.

Untuk mengevaluasi efisiensi dan keefektifan metode pencampuran dan pencacahan pakan yang digunakan pada mesin pencacah pakan, beberapa faktor dapat dipertimbangkan:

1. Waktu Pencampuran dan Pencacahan: Waktu yang diperlukan untuk mencampur dan mencacah pakan adalah faktor penting dalam mengevaluasi efisiensi mesin. Mesin yang dapat mencapai pencampuran dan pencacahan yang baik dalam waktu yang lebih singkat akan lebih efisien.
2. Konsistensi Hasil: Konsistensi hasil pencampuran dan pencacahan pakan perlu dievaluasi. Hasil yang konsisten menunjukkan bahwa mesin dapat menghasilkan pakan dengan kualitas yang sama setiap kali digunakan.
3. Kualitas Hasil: Kualitas pakan yang dihasilkan oleh mesin pencacah pakan perlu dinilai. Hal ini meliputi penilaian terhadap kehalusan pencacahan, distribusi nutrisi yang merata, dan ketahanan bahan pakan terhadap pemisahan selama penyimpanan atau transportasi.
4. Konsumsi Energi: Konsumsi energi mesin pencacah pakan perlu diperhatikan. Mesin yang efisien secara energi akan menghasilkan biaya operasional yang lebih rendah.
5. Keandalan dan Durabilitas: Mesin pencacah pakan yang handal dan tahan lama akan memiliki masa pakai yang lebih lama dan membutuhkan sedikit perawatan. Keandalan dan durabilitas mesin juga mempengaruhi efektivitas operasional dalam jangka panjang.
6. Biaya: Biaya investasi awal, biaya operasional, dan biaya perawatan mesin perlu dipertimbangkan dalam evaluasi keefektifan metode pencampuran dan pencacahan pakan. Pemilihan metode yang memberikan keseimbangan antara biaya dan kualitas hasil sangat penting.

Dalam keseluruhan evaluasi, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan khusus dan preferensi pakan hewan yang akan diberikan. Pemilihan metode pencampuran dan pencacahan pakan yang sesuai akan berdampak pada produktivitas dan kesehatan hewan ternak yang mengonsumsi pakan tersebut.

2.4 Performa Mesin

Performa mesin adalah parameter penting yang menentukan kinerja suatu kendaraan atau peralatan. Ketika menganalisa performa mesin, terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan, di antaranya adalah torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar.

2.4.1 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya[14]. Adapun perumusan dari torsi persamaan 2.7 berikut[15]:

$$T = F \times b \quad \dots(2.7)$$

Dimana:

T = Torsi benda berputar (Nm)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

b = Jarak benda kepusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan *Dynotest*. Besarnya torsi berbanding lurus dengan besarnya daya pada motor bensin, sehingga dapat dipahami jika mesin yang menghasilkan torsi besar pada putaran menengah, akan menghasilkan daya yang besar pula pada putaran

tersebut. Torsi yang merupakan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan pekerjaan sedangkan daya adalah tingkat di mana pekerjaan.

2.4.2 Daya

Daya merupakan besarnya kerja mesin selama kurun waktu tertentu. Daya pada motor bakar dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder. Daya tersebut dihasilkan dari piston yang bekerja bolak-balik didalam silinder. Didalam silinder terjadi perubahan energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik pada piston. Besarnya kerja motor selama waktu tertentu merupakan definisi dari Daya motor. Satuan daya adalah HP (horse P).

Secara teoritis rumus daya mesin bisa dihitung dengan persamaan 2.8 berikut[15]:

$$P(HP) = T(ft.lbs) \times \frac{n(Rpm)}{5252} \quad \dots(2.8)$$

Dimana:

P = Daya (HP)

N = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (ft-lbs)

5252 = Nilai ketetapan (konstanta)

2.4.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah istilah yang merujuk pada jumlah bahan bakar yang digunakan oleh suatu mesin atau kendaraan dalam periode waktu tertentu. Untuk mengukur konsumsi bahan bakar, digunakan persamaan volume bahan bakar dibagi dengan waktu. Dalam konteks ini, volume bahan bakar mengacu pada jumlah bahan bakar yang dikonsumsi, sementara waktu mengacu pada periode waktu dalam yang diukur konsumsi tersebut. Dengan menggunakan persamaan ini, kita dapat memahami seberapa efisien suatu mesin atau kendaraan dalam menggunakan bahan bakar, serta mengidentifikasi potensi penghematan atau efisiensi yang dapat dicapai melalui pengelolaan yang baik dari konsumsi bahan bakar[16]. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar mesin digunakan persamaan 2.9 berikut[15]:

$$FC = \frac{Vf \times 3600}{t \times 1000} \quad \dots(2.9)$$

Dimana:

Fc = *Fuel consumption* (L/h)

Vf = Volume konsumsi (ml)

t = Waktu konsumsi (s)

2.5 Standar Pengukuran Mesin Pencacah *Multi Mixer*

Mesin pencacah *multi mixer* pakan ternak adalah peralatan yang digunakan dalam industri pakan ternak untuk mencacah dan mencampur berbagai bahan pakan, seperti jerami, hijauan, serat, dan bahan pakan lainnya. Untuk memastikan mesin tersebut berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang konsisten, penting untuk mengikuti standar pengukuran yang tepat [17]. Berikut adalah beberapa standar pengukuran yang umum digunakan untuk mesin pencacah *multi mixer* pakan ternak:

1. Kapasitas:

Standar pengukuran pertama adalah kapasitas mesin. Ini merujuk pada jumlah bahan pakan yang dapat dicacah dan dicampur oleh mesin dalam satu siklus atau satu jam. Kapasitas mesin sering diukur dalam ton per jam atau kilogram per jam. Standar pengukuran ini penting untuk menentukan efisiensi produksi dan memastikan bahwa mesin memiliki kapasitas yang cukup untuk memenuhi kebutuhan produksi pakan ternak.

2. Efisiensi pencacahan:

Efisiensi pencacahan mengacu pada kemampuan mesin untuk mencacah bahan pakan dengan baik dan konsisten. Standar pengukuran ini melibatkan evaluasi ukuran cacahan, seragamitas, dan kehalusan hasil cacahan. Mesin yang efisien harus mampu menghasilkan cacahan dengan ukuran seragam yang sesuai dengan kebutuhan pakan ternak, serta memastikan bahwa cacahan memiliki kehalusan yang tepat untuk pencernaan ternak.

3. Efisiensi pencampuran:

Efisiensi pencampuran merujuk pada kemampuan mesin untuk mencampur berbagai bahan pakan secara merata. Standar pengukuran ini melibatkan evaluasi homogenitas campuran, waktu pencampuran, dan tingkat keberhasilan pencampuran. Mesin yang efisien harus dapat mencampur bahan pakan dengan baik sehingga setiap bagian campuran memiliki komposisi yang seragam, serta dapat melakukan pencampuran dengan cepat dan efektif.

4. Daya yang dibutuhkan:

Standar pengukuran lainnya adalah daya yang dibutuhkan oleh mesin pencacah *Multi mixer* pakan ternak. Daya yang dibutuhkan biasanya diukur dalam kilowatt atau horsepower. Pengukuran ini penting untuk menentukan kebutuhan energi mesin dan memastikan bahwa sumber daya yang tersedia mencukupi.

5. Keandalan dan keberlanjutan:

Selain pengukuran kinerja langsung, juga penting untuk mempertimbangkan keandalan dan keberlanjutan mesin. Standar pengukuran ini melibatkan evaluasi masa pakai mesin, kebutuhan perawatan, dan kemudahan perbaikan. Mesin yang dapat diandalkan dan berkelanjutan akan mengurangi gangguan dalam produksi dan meminimalkan biaya perawatan.

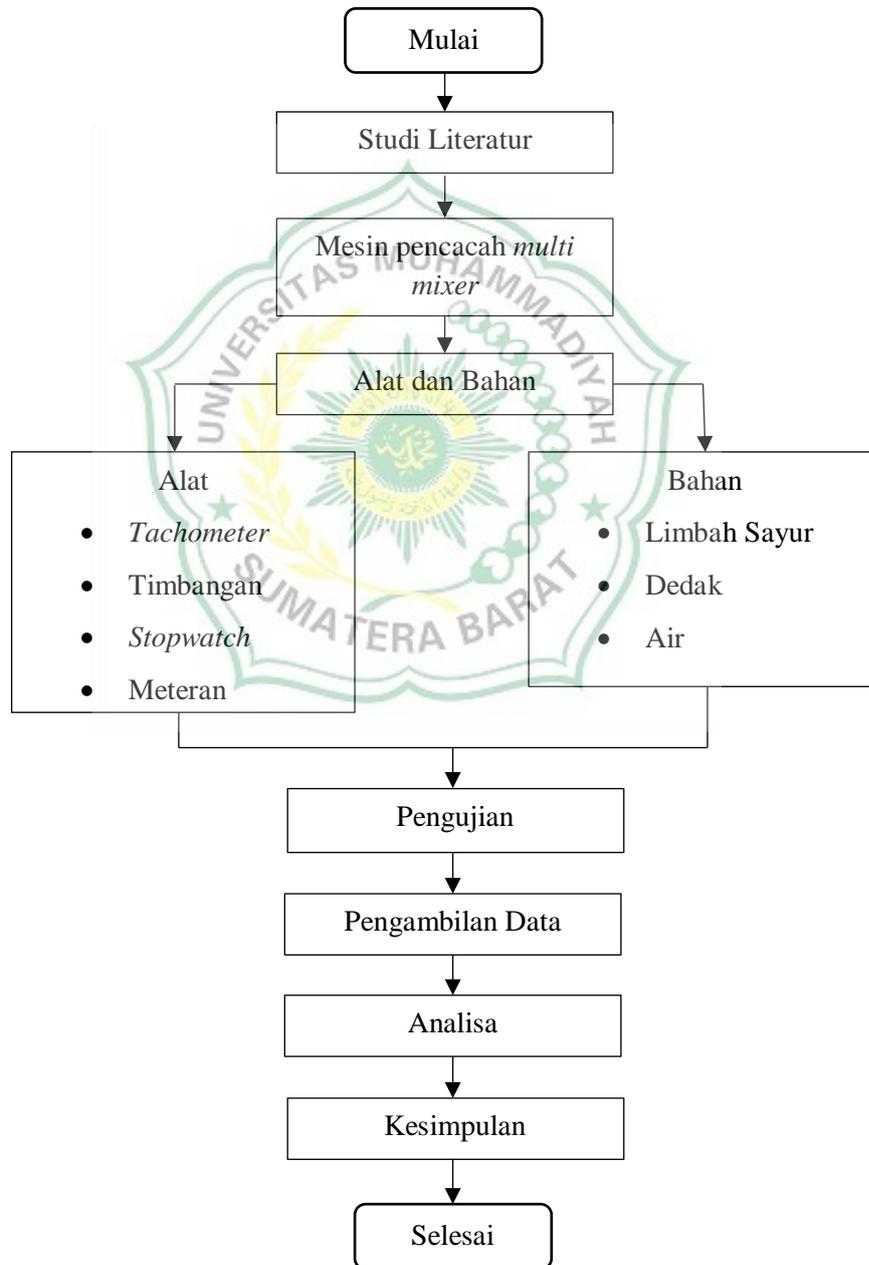
Penting untuk dicatat bahwa setiap produsen mesin pencacah *multi mixer* pakan ternak mungkin memiliki standar pengukuran yang sedikit berbeda. Oleh karena itu, penting untuk merujuk pada panduan dan spesifikasi mesin yang disediakan oleh produsen untuk memahami standar pengukuran yang spesifik untuk mesin tertentu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada proses analisa kapasitas mesin pencacah *multi mixer* pakan ayam KUB, persiapan yang di lakukan antara lain dari persiapan alat dan bahan untuk pengujian, pengambilan data, analisa dan di lanjutkan dengan pengambilan kesimpulan, untuk alur lebih rinci dapat di lihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Mesin Pencacah *Multi Mixer*

Mesin pencacah *multi mixer* ditenagai dengan motor bakar bensin 5 HP sebagai penggerak utama, kemudian transmisi mesin yang digunakan berupa *pully* dan *V-belt* tipe A. Penampakan mesin pencacah *multi mixer* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Mesin Pencacah *Multi Mixer*

Mesin pencacah *multi mixer* ini terdiri dari ruang pencacah, mata pencacah, ruang pengaduk, mata pengaduk, rangka mesin, motor bakar 5 HP, puli dan *V-belt*. Berikut adalah data spesifikasi mesin pencacah *multi mixer* yang telah dibuat:

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin pencacah *multi mixer*

No	Nama	Dimensi (P x L x T mm)
1.	Ruang pencacah	500 x 800 x 550
2.	Ruang pengaduk	550 x 500 x 850
3.	Dimensi alat	850 x 500 x 1300

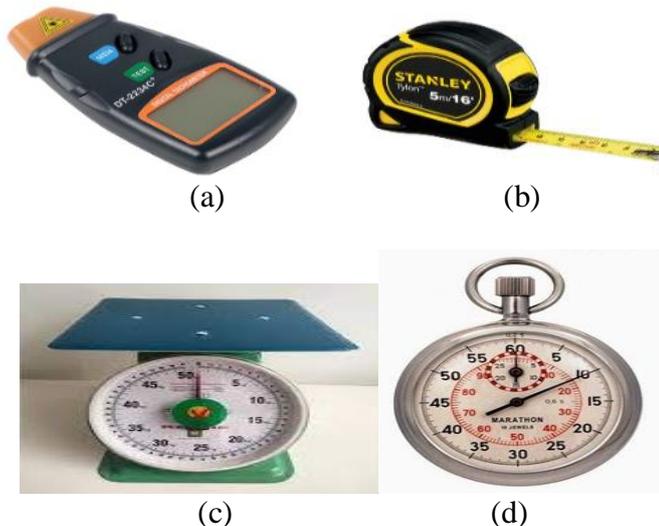
Spesifikasi motor bakar 5 HP:

- Merk Motor bakar = Robin
- Daya = 5 HP
- Tipe Mesin = 4 Tak OHV Single Cylinder, Horizontal Shaft
- Volume Silinder = 163 cc
- Bore x Stroke = 68 x 45 mm
- Rasio Kompresi = 9 : 1
- Torsi Maksimum = 10.3 Nm / 2500rpm
- Output Maksimum = 5.5 HP / 3600 rpm
- Output Net = 4.8 HP / 3600 rpm
- Starter = recoil
- Kapasitas Tangki = 3.1 liter
- Kapasitas Oli = 0.6 liter
- Sistem Ignisi = T.M.I
- Air Cleaner = Semi Dry
- Dimensi = 312 x 362 x 335 mm

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membantu dan mempermudah dalam proses penganalisaan mesin pencacah *multi mixer* antara lain dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 (a) Tachometer, (b) Meteran, (c) Timbangan dan (d) Stopwatch

1. *Tachometer*

Tachometer adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi atau putaran suatu objek. Biasanya digunakan pada kendaraan untuk mengukur kecepatan mesin dalam putaran per menit (rpm). *Tachometer* juga dapat digunakan pada mesin atau peralatan lain yang membutuhkan pengukuran kecepatan rotasi untuk tujuan monitoring dan kontrol.

2. Meteran

Alat yang digunakan untuk mengukur kerangka mesin pencacah *multi mixer* yang akan di analisa dapat mengetahui berapa kapasitas bahan input dan kapasitas adukan yang dapat ditampung.

3. Timbangan

Berfungsi untuk menimbang berat bahan yang akan di gunakan dalam proses analisa alat.

4. *Stopwatch*

Berfungsi mengukur waktu.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penganalisaan mesin pencacah *multi mixer* antara lain dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 (a) Limbah sayur, (b) Dedak, dan (c) Air

1. Limbah sayur

Limbah sayur merupakan limbah sayur yang terdapat dipasar yang tak dijual dikarenakan sudah rusak, limbah sayur nanti akan dipilah mana yang bisa dikonsumsi oleh ayam sehingga kualitas dari pakan ayam tetap terjaga.

2. Dedak

Dedak adalah produk sampingan dari proses penggilingan beras yang biasanya digunakan sebagai pakan ternak. Dedak terdiri dari kulit padi, serat, dan sebagian besar kandungan gizi yang terdapat pada beras. Dedak kaya akan serat, vitamin B kompleks, protein, dan mineral seperti fosfor dan kalium. Dedak juga sering digunakan dalam industri pakan ternak sebagai sumber nutrisi yang murah dan mudah diperoleh.

3. Air

Air digunakan sebagai campuran dari dedak dan hasil cacahan limbah sayur. Tujuan utamanya yaitu agar adukan tidak terlalu keras dan pakan bisa dimakan oleh ayam.

3.4 Pengujian

Pengujian mesin pencacah *multi mixer* dilakukan untuk menguji kemampuan mesin dalam mengolah limbah sayur, dedak, dan air menjadi pakan. Proses pengujian melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Persiapan bahan: Limbah sayur, dedak, dan air disiapkan dalam proporsi yang telah ditentukan. Bahan-bahan tersebut akan digunakan sebagai input dalam mesin pencacah *multi mixer*.
2. Penyesuaian kecepatan: Mesin pencacah *multi mixer* disetel pada kecepatan tertentu, sesuai dengan parameter yang ditentukan sebelumnya. Kecepatan ini akan mempengaruhi proses pencacahan dan pencampuran bahan.
3. Pemrosesan limbah sayur: Limbah sayur dimasukkan ke dalam mesin pencacah *multi mixer*, di mana bahan tersebut akan dihancurkan menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah dicampur.
4. Penambahan dedak dan air: Setelah limbah sayur tercacah, dedak dan air ditambahkan ke dalam mesin pencacah *multi mixer*.

5. Pencampuran bahan: Mesin akan menjalankan proses pencampuran, di mana limbah sayur, dedak, dan air akan tercampur secara merata. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan campuran yang homogen dan siap digunakan sebagai pakan.
6. Pengujian output: Setelah proses pencacahan dan pencampuran selesai, output berupa pakan yang dihasilkan akan diuji. Pengujian dapat mencakup pengecekan kualitas, tekstur, dan keseragaman campuran pakan.
7. Analisis hasil: Data dan hasil pengujian diambil untuk dianalisis. Hasil pengujian akan memberikan informasi tentang efisiensi mesin, kualitas pakan yang dihasilkan, dan kemampuan mesin dalam mencacah dan mencampur limbah sayur, dedak, dan air.

Pengujian mesin pencacah *multi mixer* ini bertujuan untuk memastikan bahwa mesin bekerja dengan efisien dan menghasilkan pakan yang berkualitas dari limbah sayur, dedak, dan air. Dengan melakukan pengujian ini, produsen atau pengguna mesin dapat memperoleh data yang diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja mesin, meningkatkan efisiensi produksi, dan memastikan kualitas pakan yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diinginkan.

3.5 Pengambilan Data

Pada pengambilan data akan dilakukan pengujian pencacahan dan pengaduk, dimana sampel bahan uji yang digunakan yaitu limbah sayur, dedak dan air. Pada pengujian ini dilakukan pencacahan limbah sayur sebanyak 1 kg dengan variasi putaran mesin yang telah ditentukan yaitu dari putaran rendah sampai tinggi. Serta pada pengujian pengadukan dilakukan pengadukan antara hasil cacahan dengan dedak dan air dengan perbandingan 1 kg limbah sayur, 1 kg dedak dan variasi penambahan air mulai dari 1 liter sampai 3 liter untuk melihat adukan mana yang menghasilkan pakan terbaik untuk pakan ayam kub. Parameter yang dihitung pada pengambilan data berupa putaran awal dan akhir mesin selama pengujian, hasil berat keluaran sayur dari ruang pencacah serta waktu pencacahan dan pengadukan.

BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

Berdasarkan dimensi dari ruang pengaduk total volume yang bisa ditampung sebesar 94.200 cm³ atau 94,2 liter. Pada pengujian ini ditentukan berat dari masing-masing bahan pembuatan pakan sebesar 1 kg dengan perbandingan limbah sayur, dedak dan air yang telah ditentukan.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan di kalangan peternak ayam kub diketahui, bahwasanya kriteria pakan yang efisien untuk ayam kub adalah cacahan yang tidak halus maupun kasar tapi sedang yaitu agak halus dan juga pakan yang dicampur dengan bahan lain berupa dedak dan air adukannya tidak boleh terlalu encer maupun pekat jadi sedang saja yaitu pekat agak encer. Berdasarkan hal itu dilakukan pengujian untuk menemukan putaran motor penggerak dan perbandingan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kriteria pakan ayam kub.

Disini dilakukan pengujian pencacahan limbah sayur pada ruang pencacah dalam putaran rendah, sedang dan tinggi untuk mengetahui putaran mesin akhir, waktu pencacahan dan hasil output cacahan 1 kg limbah sayur serta hasil cacahan yang dihasilkan. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengujian pencacahan limbah sayur 1 kg

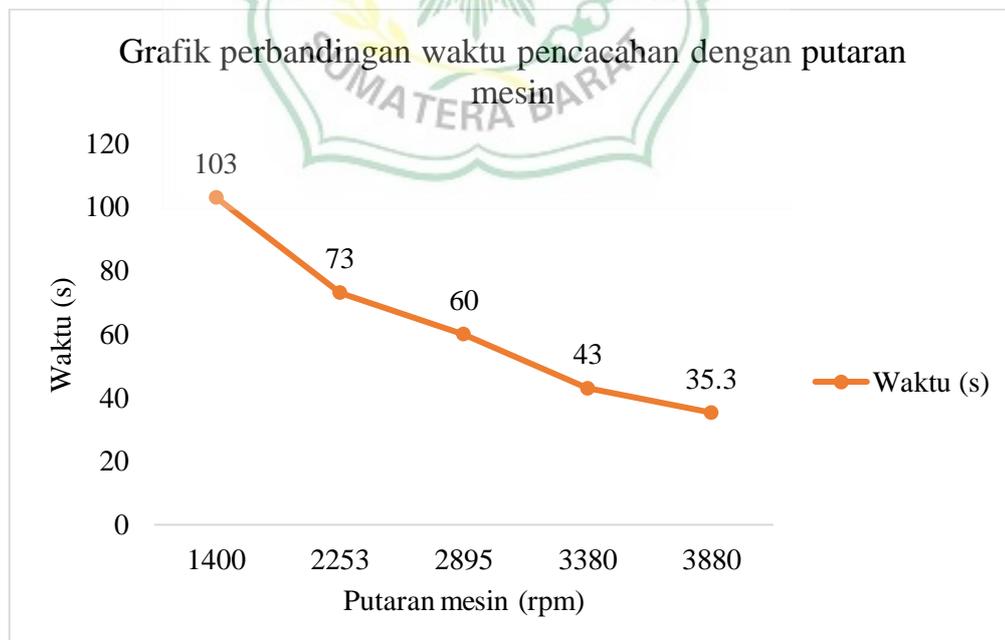
No	Tipe putaran	Putaran tanpa beban (rpm)			Putaran dengan beban (rpm)		
		Motor penggerak	Ruang pencacah	Ruang pengaduk	Motor penggerak	Ruang pencacah	Ruang pengaduk
1	1	1400	709	47	1372	682	44,9
2	2	2253	1138	75,9	2241	1130	70
3	3	2895	1444	96,4	2892	1435	94,5
4	4	3380	1920	123	3332	1680	112
5	5	3880	1925	128,4	3863	1920	128

Tabel 4.2 Hasil pengujian pencacahan limbah sayur 1 kg

No	Tipe putaran	Berat akhir (kg)	Waktu (s)	Hasil	Gambar hasil pengujian
1.	1	0,3	103	Kasar	
2.	2	0,85	73	Sedang	
3.	3	0,95	60	Sedang	
4.	4	0,8	43	Halus	

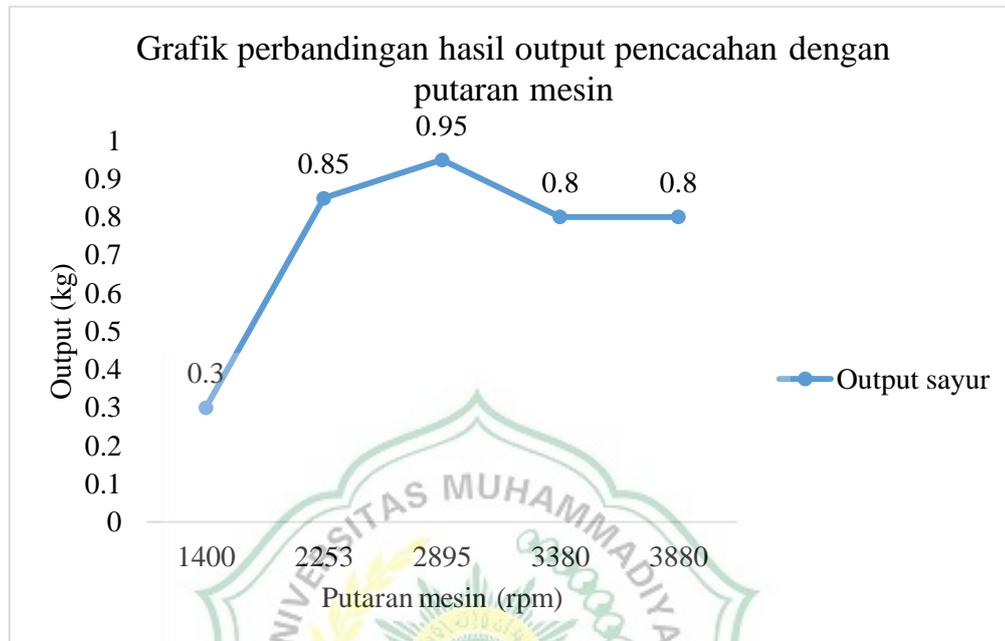
5.	5	0,8	35,3	Halus	
----	---	-----	------	-------	--

Berdasarkan data pada tabel pengujian diatas, diketahui semakin cepat putaran mesin maka waktu pencacahan semakin singkat tapi hasil output cacahan menjadi kurang maksimal. Seperti pada pengujian putaran mesin sebesar 3880 rpm hasil output cacahan yang dihasilkan sebanyak 0,8 kg dengan cacahan halus, sedangkan pada putaran mesin sebesar 1400 rpm hasil output cacahan yang dihasilkan sebanyak 0,3 kg dengan cacahan kasar, hal ini disebabkan karena hasil cacahan banyak yang menyangkut di ruang pencacah dan tidak keluar sempurna. Hasil output cacahan terbesar dihasilkan dari putaran mesin sebesar 2895 rpm dengan output sebesar 0,95 kg serta cacahan yang didapat yaitu sedang dengan lama waktu 60 detik.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan waktu pencacahan dengan putaran mesin

Dari grafik 4.1 diatas semakin tinggi putaran mesin maka waktu pencacahan menjadi singkat, nampak pada kurva waktu tersingkat didapatkan dari putaran mesin sebesar 3880 rpm sedangkan waktu terlama didapatkan dari putaran mesin sebesar 1400 rpm.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan hasil output pencacahan dengan putaran mesin

Dari grafik 4.2 diatas, hasil output terkecil didapatkan dari putaran mesin 1400 rpm dengan berat 0,3 kg, sedangkan output terbesar didapatkan dari putaran mesin 2895 rpm dengan berat 0,95 kg. Hal ini disebabkan pada pencacahan dengan putaran mesin lambat, hasil cacahan yang dihasilkan kasar dan banyak tersangkut di ruang pencacah. Pada putaran mesin tinggi yaitu 3880 rpm hasil cacahan yang didapat halus tapi banyak tersangkut di ruang pencacah, hal ini disebabkan tekstur sayur yang halus tidak keluar sempurna akibat terjadi penumpukan di area output.

Selanjutnya dilakukan pengujian di ruang pengaduk, pada pengujian ini ditetapkan putaran rpm mesin sebesar 2895 rpm dengan perbandingan bahan yaitu cacahan limbah sayur sebanyak 1 kg, dedak 1 kg dan banyak air divariasikan sebanyak 1, 2, dan 3 kg. Kemudian waktu pengadukan selama 1 menit. Hasil pengujian pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

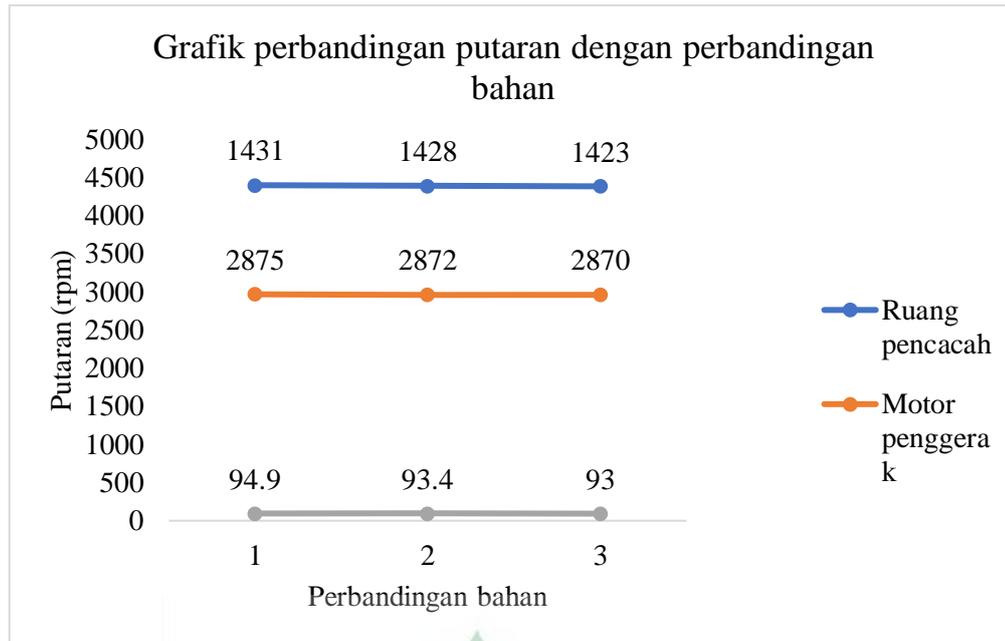
Tabel 4.3 Hasil pengujian pengadukan

No	Perbandingan bahan (kg)			Putaran tanpa beban (rpm)			Waktu (s)	Hasil
				Motor penggerak	Ruang pencacah	Ruang pengaduk		
	Sayur	Dedak	Air					
1	1	1	1	2875	1431	94,9	60	Pekat
2	1	1	2	2872	1428	93,4	60	Pekat agak encer
3	1	1	3	2870	1423	93	60	Encer

Pada tabel diatas, diketahui hasil pengadukan dengan perbandingan bahan 1 kg limbah sayur , 1 kg dedak dan 1 kg air didapatkan hasil adukan pekat. Pada perbandingan bahan 1 kg limbah sayur , 1 kg dedak dan 2 kg air didapatkan hasil adukan pekat agak encer. Pada perbandingan bahan 1 kg limbah sayur , 1 kg dedak dan 3 kg air didapatkan hasil adukan encer. Dari hasil pengujian ini didapatkan perbandingan yang cocok untuk adukan pakan yaitu 1 kg limbah sayur , 1 kg dedak dan 2 kg air. Hasil pengadukan dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil pengadukan pakan dengan variasi perbandingan bahan



Gambar 4.4 Grafik perbandingan putaran dengan perbandingan bahan

Dari grafik diatas diketahui semakin banyak air yang digunakan maka putaran mesin, putaran ruang pencacah dan ruang pengaduk semakin tinggi, hal ini dikarenakan semakin banyak air maka tingkat keenceran pakan menjadi tinggi dan menyebabkan putaran mesin menjadi tinggi.

4.2 Pembahasan

Pada pengujian sebelumnya telah didapatkan putaran dan perbandingan bahan pakan yang efisien untuk menjadi pakan ayam kub. Mengacu pada pengujian sebelumnya kita dapat menentukan kapasitas mesin menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Kapasitas \left(\frac{kg}{jam} \right) = \frac{jumlah \ berat \ pakan \ (kg)}{waktu \ pengadukan \ (Jam)}$$

Selanjutnya kita dapat menghitung kapasitas mesin pencacah *multi mixer*, dengan berat pakan perbandingan 1 : 1 : 2 diketahui sebesar 4 kg dengan waktu 60 detik.

$$Jumlah \ berat \ pakan = 4 \text{ kg}$$

$$Waktu \ pengadukan = 60 \text{ s} = 0,0167 \text{ jam}$$

$$\text{Kapabilitas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) = \frac{\text{jumlah berat pakan (kg)}}{\text{waktu pengadukan (Jam)}}$$

$$\text{Kapabilitas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) = \frac{4 \text{ kg}}{0,0167 \text{ jam}}$$

$$\text{Kapabilitas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) = 239,521 \text{ kg/jam}$$

Jadi kapabilitas mesin pencacah *multi mixer* diketahui sebesar 239,521 kg/jam dengan perbandingan bahan yaitu 1 kg cacahan limbah sayur, 1 kg dedak dan 2 kg air.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil cacahan dan adukan yang efisien untuk pakan ayam kub, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besar putaran motor penggerak yang digunakan yaitu 2872 rpm.
2. Dari pengujian didapatkan perbandingan bahan pakan berupa limbah sayur, dedak dan air yang efisien sebesar 1 : 1 : 2 kg.
3. Pada saat pengujian dengan perbandingan berat pakan 1 : 1 : 2 kg, putaran mesin yang didapatkan sebesar 2872 rpm dengan waktu sampai teraduk merata dengan hasil cacahan selama 60 detik.
4. Kapasitas mesin pencacah *multi mixer* diketahui sebesar 239,521 kg/jam.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah diharapkan agar pengujian mesin pencacah *multi mixer* ini dapat digunakan untuk mencari pakan ternak lain jadi tidak hanya sebatas untuk pakan ayam kub, dengan beberapa modifikasi seperti menggunakan saringan dan pergantian motor penggerak dengan daya yang lebih besar dan mendapatkan kapasitas yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sembiring, I. Kamil, J. S. Tarigan, and M. B. H. Sitorus, “Teknologi tepat guna pencacah serbaguna untuk peternak lembu,” pp. 6–10, 2022.
- [2] Mustofa, W. Sundai, and S. Haluti, “Rancang Bangun Mesin Pembuat Pakan Ternak,” vol. 8, no. 1, pp. 28–33, 2023.
- [3] A. P. Putra, M. Sohib, and Masrufaiyah, “Perancangan Mesin Pencacah Pakan Ternak Serbaguna Dengan Kapasitas 300 kg/jam,” *Tek. Mesin*, vol. 08, no. 1, pp. 16–26, 2019.
- [4] N. T. Atmoko, A. Jamaldi, Suhartoyo, and Y. Y. K, “Rancang Bangun Mesin Mixer Pencampur Pakan Ternak Sapi,” *Pros. Semin. Nas. Unismu*, vol. 3, pp. 922–929, 2020.
- [5] W. Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB, 1983.
- [6] W. Arismunandar, *Motor Bakar Torak*, 5th ed. Bandung: ITB, 2002.
- [7] Margono, N. T. Atmoko, B. H. Priyambodo, Suhartoyo, and S. A. Awan, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumpuk Untuk Peningkatan Efektivitas Konsumsi Pakan Ternak Di Sukoharjo,” *Abdi Masya*, vol. 1, no. 2, pp. 72–76, 2021, doi: 10.52561/abma.v1i2.132.
- [8] S. Karminto, Kaleb Priyanto, Martinus Heru Palmiyanto, Bambang Hari Priyambodo, Nugroho Triatmoko, “Peningkatan Kesejahteraan UKM Mulyo Waras melalui Pelatihan Pembuatan Pakan Domba dengan Mesin Pencacah Semi-Otomatis,” vol. 2, no. 2, pp. 35–40, 2023.
- [9] Anonym, “Mesin shredder kantong plastik,” *mesinsakti*. <https://mesinsakti.net/mesin-shredder-kantong-plastik/> (accessed Jul. 18, 2023).
- [10] Anonym, “Chaff Hay Straw Grass Cutter Grain Grinder Combined Machine Maize Corn Cobs Crushing Grinding,” *corn-thresher*. <https://www.corn-thresher.com/products/chaff-cutter/Chaff-Hay-Straw-Grass-Cutter.html> (accessed Jul. 18, 2023).
- [11] Anonym, “MEDIUM HAMMER MILL,” *keyulenterprise*. <https://www.keyulenterprise.com/medium-hammer-mill.html> (accessed Jul. 18, 2023).
- [12] Admin, “Mengulik Penjelasan Seputar Jual Spacer dan Cutter Plate Untuk Mesin Shredder,” *kharisma-sawit*, 2022. <https://news.kharisma-sawit.com/berita-terkini-mengulik-penjelasan-seputar-jual-spacer-dan-cutter-plate-untuk-mesin-shredder-27> (accessed Jul. 18, 2023).

- [13] S. H. Dilaga, Sofyan, M. Amin, Mastur, and Dahlanudin, "Pengamatan Organoleptik, Homogenitas, Dan Daya Simpan Pakan Konsentrat Yang Diproses Dengan Teknik Pencampuran Berbeda," *Pros. SAINTEK LPPM Univ. Mataram*, vol. 4, no. November 2021, pp. 185–190, 2022.
- [14] M. M. Ilham and A. S. Fauzi, "Perancangan dan Perakitan Mesin Pencacah Bulu Ayam," *Pros. SEMNAS INOTEK ...*, pp. 279–284, 2021, [Online]. Available:
<https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/1083%0Ah>
<https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/download/1083/695>
- [15] F. X. Sukidjo, "Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium dan Pertamina," *Yogyakarta Progr. Diploma Tek. Mesin Sekol. Vokasi UGM*, vol. 34, no. 1, pp. 61–66, 2011.
- [16] N. Sari, I. Salim, and M. Achmad, "Uji Kinerja Dan Analisis Biaya Mesin Pencacah Pakan Ternak (Chopper)," *J. Agritechno*, vol. 11, no. 2, pp. 113–120, 2018, doi: 10.20956/at.v11i2.115.
- [17] T. A. Rizal, M. Amin, and S. Anzitha, "Rancang Bangun Mesin Pakan Ternak Sapi Multifungsi Berbasis Strip Blade System Dalam Upaya Menurunkan Biaya Peternak untuk Kelompok Tani Sari Kencana," *Abdi J. Pengabd. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 123–131, 2023, doi: 10.24036/abdi.v5i1.420.

