

Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Pisau terhadap Kapasitas Produksi dan Efisiensi Pemotongan Mesin Pencacah Rumput

(1)*Endang Prihastuty, (2)Achmad Tohasan, (3)W.Djoko Yudisworo, (4)Muhamad Faisal, (5) Cucu Adi

¹⁾Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Indonesia.

²⁾ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Indonesia.

³⁾ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Indonesia.

⁴⁾ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Indonesia

⁵⁾ Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Indonesia.

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 12 April 2026

DIREVISI : 25 Mei 2026

DISETUJUI : 25 Juni 2026

*KORESPONDENSI PENULIS :

prihastutyendang@gmail.com

DOI: 10.47685/mestro.v8i01.824

Hal. 24 - 36

Abstract

Forage is the main component in ruminant farming, but manually chopping grass is considered inefficient in terms of time and effort. This study aims to design and build a grass chopper machine with blade angle variations of 15°, 30°, and 60°, as well as to determine the effect of each angle on production capacity, chopped grass quality, and cutting efficiency. The machine was designed using a Honda GX160 gasoline engine with 5.5 hp, an 8:1 ratio pulley transmission system, a frame made of angle iron, and HSS steel blades, with machine dimensions of 80 cm long, 45 cm wide, and 101.11 cm high. Testing was carried out by feeding 3 kg of grass material for each blade angle variation. The test results showed that a 60° blade angle could not be used due to collision with the machine body. A 15° blade angle yielded a production capacity of 72 kg/hour with a cutting efficiency of 63,3% and uneven chopping quality. Meanwhile, a 30° blade angle provided the best performance, with the highest production capacity of 90 kg/hour, cutting efficiency reaching 66,7%, and a material loss of 33,3% from the total material fed, with even and uniform chopping quality. Based on these results, it is concluded that a 30° blade tilt angle is the most optimal for use in a grass chopper machine to produce good-quality chops more efficiently.

Keywords: grass chopper machine, blade tilt angle, production capacity, cutting efficiency, forage

Abstrak

Pakan hijauan merupakan komponen utama dalam usaha peternakan ruminansia, namun proses pencacahan rumput secara manual dinilai kurang efisien dari segi waktu dan tenaga. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pencacah rumput dengan variasi kemiringan sudut pisau sebesar 15°, 30°, dan 60°, serta mengetahui pengaruh masing-masing sudut terhadap kapasitas produksi, kualitas hasil cacahan, dan efisiensi pemotongan. Mesin dirancang menggunakan motor bensin Honda GX160 berdaya 5,5 hp dengan sistem transmisi pulley berrasio 8:1, rangka berbahan besi siku, dan pisau dari baja HSS, dengan dimensi mesin sepanjang 80 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 101,11 cm. Pengujian dilakukan dengan memasukkan material rumput seberat 3 kg pada setiap variasi sudut pisau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut pisau 60° tidak dapat digunakan karena mengalami benturan dengan bodi mesin. Sudut pisau 15° menghasilkan kapasitas produksi sebesar 72 kg/jam dengan efisiensi pemotongan 63,3% dan kualitas cacahan yang tidak merata. Sementara itu, sudut pisau 30° memberikan kinerja terbaik dengan kapasitas produksi tertinggi sebesar 90 kg/jam, efisiensi pemotongan mencapai 66,7%, serta kehilangan material (material loss) sebesar 33,3% dari total material yang diumpankan, dengan kualitas cacahan yang merata dan seragam. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa sudut kemiringan pisau 30° merupakan sudut yang paling optimal untuk digunakan pada mesin pencacah rumput dalam menghasilkan cacahan berkualitas dengan konsumsi waktu yang lebih efisien.

Kata kunci: mesin pencacah rumput, sudut kemiringan pisau, kapasitas produksi, efisiensi pemotongan, pakan hijauan

I. PENDAHULUAN

Pakan hijauan merupakan salah satu komponen utama dalam usaha peternakan, khususnya untuk ternak ruminansia seperti sapi, kambing, dan domba. Ketersediaan pakan yang cukup, berkualitas, dan mudah dikonsumsi ternak sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, kesehatan, serta produktivitas ternak. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan hijauan adalah dengan melakukan pencacahan rumput sebelum diberikan kepada ternak. Proses pencacahan dapat memperkecil

ukuran rumput sehingga lebih mudah dikonsumsi, mengurangi pakan yang terbuang, serta mempermudah proses pencampuran dengan bahan pakan lainnya. (Novita Sari et al., 2018)

Pada umumnya, proses pencacahan rumput di tingkat peternak masih banyak dilakukan secara manual menggunakan parang atau sabit. Metode ini memerlukan waktu yang cukup lama, tenaga kerja yang besar, serta menghasilkan ukuran cacahan yang kurang seragam. Kondisi tersebut menjadi kendala terutama pada usaha peternakan skala menengah dan besar yang membutuhkan pasokan pakan dalam jumlah banyak setiap hari. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi tepat guna yang mampu meningkatkan kapasitas dan efisiensi proses pencacahan rumput, yaitu melalui penggunaan mesin pencacah rumput. Mesin pencacah rumput bekerja berdasarkan prinsip pemotongan menggunakan pisau yang berputar dengan kecepatan tertentu. Kinerja mesin sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor desain, salah satunya adalah sudut kemiringan pisau. Sudut kemiringan pisau menentukan mekanisme kontak antara pisau dengan material yang dipotong, sehingga berpengaruh terhadap gaya pemotongan, kebutuhan daya, kapasitas kerja, kualitas hasil cacahan, serta efisiensi energi mesin. Pemilihan sudut pisau yang kurang tepat dapat menyebabkan proses pemotongan menjadi kurang optimal, meningkatkan beban kerja motor penggerak, dan menghasilkan ukuran cacahan yang tidak seragam (Wahyu K Sugandi, 2016).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa geometri pisau memiliki peran penting dalam meningkatkan performa mesin pencacah. Sudut pisau yang lebih kecil cenderung menghasilkan proses pemotongan yang lebih halus karena gaya potong yang bekerja lebih efektif. Namun, sudut yang terlalu kecil dapat mengurangi kekuatan mekanis pisau. Sebaliknya, sudut yang lebih besar dapat meningkatkan kekuatan pisau, tetapi membutuhkan gaya pemotongan yang lebih besar. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh variasi sudut kemiringan pisau terhadap kinerja mesin pencacah rumput. (Hartana, 2024)

Dalam penelitian ini akan dirancang dan dibangun mesin pencacah rumput dengan variasi sudut kemiringan pisau sebesar 15°, 30°, dan 60°. Ketiga variasi sudut tersebut dipilih untuk mewakili sudut kecil, sedang, dan besar sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh kemiringan pisau terhadap performa mesin. Parameter yang dapat diamati meliputi kapasitas pencacahan, panjang rata-rata hasil cacahan, efisiensi pemotongan, serta kebutuhan daya selama proses pencacahan berlangsung. Mesin pencacah rumput bekerja berdasarkan prinsip pemotongan menggunakan pisau yang berputar dengan kecepatan tertentu. Kinerja mesin sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor desain, salah satunya adalah sudut kemiringan pisau. Sudut kemiringan pisau menentukan mekanisme kontak antara pisau dengan material yang dipotong, sehingga berpengaruh terhadap gaya pemotongan, kebutuhan daya, kapasitas kerja, kualitas hasil cacahan, serta efisiensi energi mesin. Pemilihan sudut pisau yang kurang tepat dapat menyebabkan proses pemotongan menjadi kurang optimal, meningkatkan beban kerja motor penggerak, dan menghasilkan ukuran cacahan yang tidak seragam. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah menentukan sudut kemiringan pisau yang paling optimal untuk menghasilkan kapasitas produksi tertinggi dan efisiensi pemotongan terbaik pada mesin pencacah rumput sedangkan. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sudut kemiringan pisau yang paling optimal untuk menghasilkan kinerja pencacahan yang baik dengan konsumsi energi yang rendah dan kualitas hasil cacahan yang seragam. Dengan demikian, penerapan mesin pencacah rumput yang tepat dapat mendukung peningkatan produktivitas peternakan dan efisiensi penyediaan pakan ternak secara berkelanjutan.

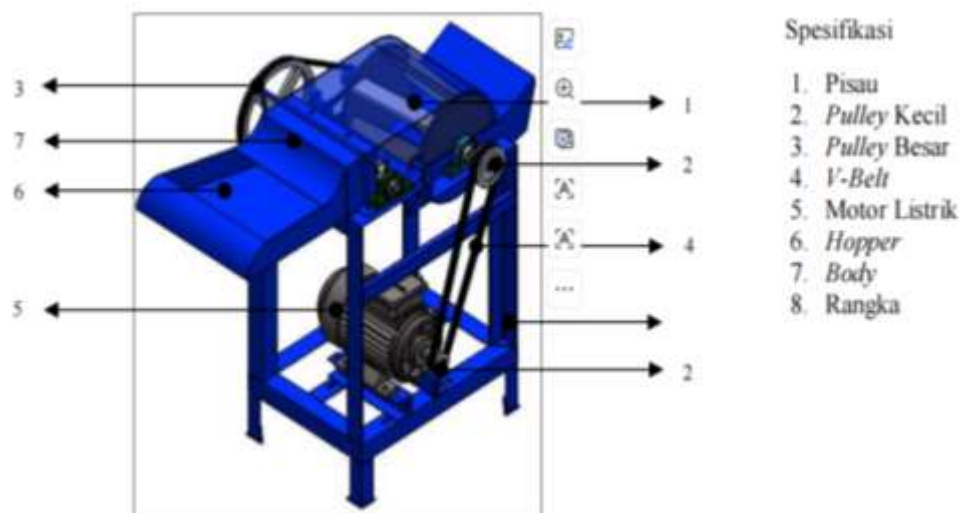
Kebutuhan Ternak Ruminansia

Kebutuhan pakan hijauan bagi ternak ruminansia seperti sapi, kambing, dan domba sangat besar, yakni sekitar 10% dari bobot tubuh ternak per hari dalam kondisi segar (Anugrah et al., 2021). Ketersediaan pakan yang cukup, berkualitas, serta mudah Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan hijauan adalah dengan proses pencacahan sebelum pakan diberikan kepada ternak. Pencacahan bertujuan untuk memperkecil ukuran hijauan sehingga lebih mudah dikonsumsi, mengurangi pakan yang terbuang, serta mempermudah proses pencampuran dengan bahan pakan lain seperti konsentrat. Ukuran cacahan yang baik untuk dijadikan pakan ternak adalah antara 0,2 cm hingga 5 cm agar dapat dikunyah dan dicerna dengan baik oleh sistem pencernaan ruminansia (Novita Sari et al., 2018). Proses pencacahan rumput secara manual menggunakan parang atau sabit masih banyak dilakukan di tingkat peternak skala kecil. Metode ini membutuhkan waktu yang lama, tenaga kerja yang besar, dan menghasilkan ukuran cacahan yang tidak seragam. Kondisi ini menjadi kendala terutama pada usaha peternakan skala menengah dan besar yang memerlukan pasokan pakan dalam jumlah banyak setiap harinya (Anugrah et al., 2021).

Mesin Pencacah Rumput

Mesin pencacah rumput adalah alat mekanis yang dirancang untuk memotong dan mencacah hijauan pakan ternak menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah dikonsumsi oleh ternak. Mesin ini merupakan teknologi tepat guna dalam bidang peternakan yang bertujuan meningkatkan efisiensi pemberian pakan sekaligus mengurangi pemborosan hijauan (Rumah Mesin, 2025). Prinsip kerja mesin pencacah rumput adalah menggunakan pisau pemotong yang berputar dengan kecepatan tinggi untuk memotong material hijauan yang diumpankan melalui corong masukan, kemudian hasil cacahan dikeluarkan melalui saluran keluaran dengan ukuran yang relatif seragam sesuai kebutuhan ternak.

Penelitian mengenai desain dan uji kinerja mesin pencacah rumput telah banyak dilakukan. Sugandi et al. (2016) melakukan penelitian tentang desain dan uji kinerja mesin pencacah rumput dengan fokus pada sistem transmisi dan kapasitas kerja mesin. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan putar pisau dan sistem transmisi berpengaruh signifikan terhadap kapasitas dan kualitas hasil pencacahan. Novita Sari et al. (2018) juga melakukan uji kinerja dan analisis biaya mesin pencacah pakan hijauan, yang menemukan bahwa efisiensi mesin sangat dipengaruhi oleh desain pisau dan kecepatan operasional.



Gambar 1. Spesifikasi Mesin

Spesifikasi

1. Pisau
2. Pulley Kecil
3. Pulley Besar
4. V-Belt
5. Motor Listrik
6. Hopper
7. Body
8. Rangka

Komponen Utama Mesin Pencacah Rumput

Komponen utama mesin pencacah rumput terdiri dari beberapa bagian yang saling mendukung satu sama lain dalam proses pencacahan, antara lain:

a) Rangka Mesin

Rangka mesin berfungsi sebagai struktur utama yang menopang seluruh komponen mesin. Material rangka umumnya terbuat dari besi profil siku atau baja hollow yang memiliki kekuatan tinggi untuk menahan getaran dan beban operasional mesin selama proses pencacahan berlangsung.

b) Motor Penggerak

Motor penggerak merupakan sumber tenaga untuk mengoperasikan mesin pencacah. Jenis motor yang digunakan dapat berupa motor listrik atau motor bakar (bensin/diesel) tergantung pada kebutuhan dan kondisi operasional di lapangan. Pemilihan motor penggerak harus mempertimbangkan kebutuhan daya yang cukup untuk proses pencacahan.

c) Sistem Transmisi

Sistem transmisi berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor penggerak ke poros pisau. Komponen transmisi meliputi pulley, sabuk (V-belt), dan poros yang dirancang untuk menghasilkan putaran optimal pada pisau pencacah. Rasio transmisi berpengaruh langsung terhadap kecepatan putar pisau dan torsi yang dihasilkan.

d) Pisau Pencacah

Pisau pencacah merupakan komponen utama yang melakukan pemotongan material hijauan. Pisau terbuat dari baja karbon tinggi atau baja HSS (High Speed Steel) yang memiliki kekerasan dan ketajaman optimal untuk memotong berbagai jenis hijauan. Kualitas bahan pisau sangat menentukan ketahanan dan performa pemotongan dalam jangka panjang (Tanjung, 2022).

Teori Pemotongan pada Mesin Pencacah

Proses pemotongan pada mesin pencacah rumput terjadi melalui kombinasi gaya geser dan gaya tekan yang dihasilkan oleh pisau yang berputar dengan kecepatan tinggi. Material hijauan akan terpotong ketika gaya yang diberikan oleh pisau melebihi kekuatan tarik (tensile strength) material tersebut. Efektivitas pemotongan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: kecepatan putaran pisau, ketajaman pisau, sudut kemiringan pisau, jenis dan kondisi material yang dipotong, serta kadar kelembaban material (Hartana, 2024).

Menurut Sugandi et al. (2016), mekanisme pemotongan dalam mesin pencacah rumput dibedakan menjadi dua, yaitu pemotongan dampak (impact cutting) dan pemotongan geser (shear cutting). Pemotongan dampak terjadi ketika pisau yang berputar dengan kecepatan tinggi menghantam material secara langsung, sedangkan pemotongan geser terjadi melalui gaya geser antara pisau bergerak dan pelat penahan (counter blade). Kombinasi kedua mekanisme ini menghasilkan potongan yang lebih bersih dan seragam.

Sudut Kemiringan Pisau dan Pengaruhnya terhadap Performa

Sudut kemiringan pisau adalah sudut yang dibentuk antara bidang mata pisau dengan bidang horizontal atau bidang referensi. Parameter geometri ini merupakan salah satu faktor paling kritis yang menentukan kinerja mesin pencacah, karena secara langsung mempengaruhi mekanisme kontak antara pisau dengan material yang dipotong (Hartana, 2024).

Penelitian Hartana (2024) mengenai desain dan analisis varian sudut pisau terhadap uji kinerja mesin menunjukkan bahwa sudut pisau yang optimal akan menghasilkan pemotongan yang bersih dengan konsumsi energi minimum. Sudut yang terlalu kecil akan menyebabkan pisau mudah tumpul karena tekanan yang terpusat pada ujung pisau, sedangkan sudut yang terlalu besar

membutuhkan gaya potong yang lebih besar sehingga membebani motor penggerak. Oleh karena itu, pemilihan sudut pisau yang tepat sangat penting dalam proses desain mesin pencacah.

Sudut pisau mempengaruhi beberapa aspek performa mesin pencacah, antara lain:

1. Efisiensi pemotongan: Sudut pisau yang optimal menghasilkan pemotongan bersih dengan konsumsi energi minimum. Sudut terlalu kecil menyebabkan pisau mudah tumpul, sedangkan sudut terlalu besar membutuhkan gaya potong lebih besar sehingga menurunkan efisiensi energi.
2. Kualitas hasil cacahan: Sudut pisau yang tepat menghasilkan potongan rapi dan seragam. Sudut yang tidak sesuai dapat menyebabkan material tercabik atau tidak terpotong sempurna sehingga kualitas cacahan menurun.
3. Umur pisau: Sudut pisau yang terlalu lancip (kecil) cenderung mengurangi kekuatan mekanis ujung pisau, sehingga mudah mengalami deformasi atau keausan lebih cepat. Sebaliknya, sudut yang lebih besar meningkatkan kekuatan mekanis pisau namun membutuhkan tenaga potong yang lebih besar (Tanjung, 2022).
4. Kapasitas produksi: Sudut pisau berpengaruh pada waktu yang dibutuhkan untuk memotong sejumlah material. Sudut yang optimal memungkinkan pisau memotong material dengan lebih cepat sehingga meningkatkan kapasitas produksi mesin dalam satuan kg/jam.

Motor Penggerak Honda GX160

Motor Honda GX160 adalah mesin bensin 4-tak (four stroke) berpendingin udara yang banyak digunakan untuk berbagai aplikasi industri dan pertanian, termasuk mesin pencacah rumput. Mesin ini dikenal karena daya tahan, efisiensi bahan bakar, dan keandalannya dalam berbagai kondisi operasional.

Spesifikasi teknis Honda GX160 meliputi kapasitas silinder 163 cc, tenaga maksimum $\pm 5,5$ hp (4,0 kW) pada 3.600 rpm, dan torsi maksimum $\pm 10,3$ N.m pada 2.500 rpm. Mesin ini menggunakan teknologi OHV (Overhead Valve) yang meningkatkan efisiensi pembakaran, sistem pengapian Transistorized Magneto untuk pengapian yang andal, serta sistem dekompresi otomatis yang memudahkan proses start (Manuals Plus, 2024; Rumah Diesel, 2023). Kapasitas tangki bahan bakar sebesar $\pm 3,1$ liter memungkinkan operasional mesin dalam waktu yang cukup lama tanpa perlu pengisian ulang bahan bakar.

Mekanisme kerja mesin GX160 melibatkan empat langkah proses pembakaran, yaitu: (1) langkah hisap, di mana piston bergerak ke bawah menghisap campuran udara dan bahan bakar; (2) langkah kompresi, di mana piston bergerak ke atas mengompresi campuran; (3) langkah usaha, di mana busi memercikkan bunga api membakar campuran yang menghasilkan tenaga mekanik; dan (4) langkah buang, di mana piston bergerak ke atas mendorong gas buang keluar dari silinder (Manuals Plus, 2024).

2.6 Sistem Transmisi Pulley dan V-Belt

Sistem transmisi pada mesin pencacah rumput berfungsi untuk meneruskan dan mengubah daya serta putaran dari motor penggerak ke poros pisau. Pulley adalah roda dengan alur di sekelilingnya yang digunakan untuk mentransmisikan gerakan rotasi, mengubah arah gaya, dan menciptakan keuntungan mekanis berupa perubahan kecepatan atau torsi (Novriadi.com, 2019). V-Belt adalah sabuk berbentuk trapesium yang menghubungkan dua pulley dan berfungsi sebagai media penerus daya dari satu poros ke poros lainnya. Rasio transmisi (transmission ratio) merupakan perbandingan diameter pulley penggerak (driver) dengan pulley yang digerakkan (driven). Rasio transmisi menentukan perbandingan kecepatan putar antara motor penggerak dengan poros pisau. Pada mesin pencacah rumput, umumnya digunakan rasio transmisi yang menghasilkan kecepatan putar pisau lebih tinggi dari kecepatan putar motor, sehingga energi kinetik pisau cukup besar untuk memotong material hijauan secara efektif. Sugandi et al. (2016) menyatakan bahwa kecepatan putar pisau yang optimal berkisar antara 800 hingga 1.500 rpm untuk menghasilkan pencacahan yang baik pada berbagai jenis hijauan.

2.7 Material Pisau Baja HSS

Baja HSS (High Speed Steel) merupakan jenis baja perkakas yang mengandung unsur paduan tinggi seperti tungsten (W), molybdenum (Mo), vanadium (V), dan kobalt (Co) yang memberikan sifat keras dan tahan aus pada suhu tinggi. Baja HSS banyak digunakan sebagai material pisau industri karena kemampuannya mempertahankan ketajaman dan kekuatan mekanis meskipun beroperasi pada kecepatan tinggi dan suhu operasional yang tinggi (Tanjung, 2022).

Tanjung (2022) dalam penelitiannya mengenai analisa kekuatan dan kekerasan baja HSS untuk aplikasi pisau industri menyimpulkan bahwa baja HSS memiliki kekerasan Rockwell (HRC) yang tinggi, sehingga sangat cocok digunakan sebagai material pisau pada mesin pencacah. Keunggulan baja HSS dibandingkan baja karbon biasa meliputi ketahanan aus yang lebih baik, kemampuan mempertahankan ketajaman lebih lama, serta kekuatan mekanis yang lebih tinggi pada kondisi operasional berat.

Teknik Pengelasan SMAW

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam yang digunakan dalam proses pembuatan rangka dan komponen mesin pencacah rumput. Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), atau dikenal sebagai las busur listrik dengan elektroda terbungkus, adalah proses pengelasan yang menggunakan elektroda logam berlapis fluks sebagai bahan pengisi. Fluks menghasilkan gas pelindung saat terbakar untuk melindungi logam las dari kontaminasi udara seperti oksigen dan nitrogen, serta membentuk lapisan terak untuk melindungi hasil lasan (Sindo, 2012).

Keunggulan las SMAW antara lain: keserbagunaan (versatility) dalam berbagai posisi pengelasan, peralatan yang sederhana dan portabel, efektif di lingkungan yang tidak ideal, biaya operasional rendah, serta kemampuan pengelasan pada material tebal.

(Sindo, 2012). Karakteristik tersebut menjadikan las SMAW sebagai metode yang tepat untuk proses fabrikasi rangka mesin pencacah rumput yang menggunakan besi siku dan plat besi dengan ketebalan tertentu.

Parameter Kinerja Mesin Pencacah

Kinerja mesin pencacah rumput diukur berdasarkan beberapa parameter utama yang mencerminkan kemampuan dan efektivitas mesin dalam melakukan proses pencacahan. Parameter-parameter tersebut meliputi:

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi mesin pencacah dinyatakan dalam satuan massa material yang dapat dicacah per satuan waktu (kg/jam). Kapasitas produksi merupakan indikator utama produktivitas mesin dan sangat berpengaruh terhadap efisiensi usaha peternakan. Semakin besar kapasitas produksi, semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk menyediakan pakan hijauan dalam jumlah tertentu. Kapasitas produksi dihitung menggunakan persamaan berikut (Novita Sari et al., 2018):

$$Kapasitas (kg/jam) = \text{Massa material (kg)} / \text{Waktu pencacahan (menit)} \times 60$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas produksi antara lain kecepatan putar pisau, sudut kemiringan pisau, jenis dan kondisi material hijauan, serta sistem pengumpulan material ke dalam mesin.

Efisiensi Pemotongan

Efisiensi pemotongan adalah perbandingan antara jumlah material yang terpotong sempurna dengan total material yang dimasukkan ke dalam mesin, dinyatakan dalam persen. Parameter ini mencerminkan kemampuan pisau dalam memotong seluruh material yang diumpankan tanpa adanya sisa yang tidak terpotong. Efisiensi pemotongan dihitung menggunakan persamaan berikut (Hartana, 2024):

$$Efisiensi (\%) = (\text{Material terpotong sempurna} / \text{Total material}) \times 100\%$$

Efisiensi pemotongan yang tinggi menunjukkan bahwa mesin mampu memotong hampir seluruh material yang dimasukkan dengan baik dan sempurna. Sudut kemiringan pisau, ketajaman pisau, serta kecepatan putar pisau merupakan faktor utama yang mempengaruhi efisiensi pemotongan (Hartana, 2024; Sugandi et al., 2016).

Kualitas Hasil Cacahan

Kualitas hasil cacahan dinilai berdasarkan keseragaman ukuran potongan yang dihasilkan oleh mesin. Cacahan yang berkualitas baik ditandai dengan ukuran potongan yang seragam sesuai target (0,2-5 cm) dan tidak terdapat bagian yang tercabik atau tidak terpotong sempurna. Kualitas hasil cacahan secara langsung mempengaruhi kemudahan konsumsi pakan oleh ternak dan tingkat pemborosan pakan (Novita Sari et al., 2018).

II. METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental rekayasa (experimental engineering research) yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji kinerja mesin pencacah rumput berdasarkan variasi sudut kemiringan pisau. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, di mana data kapasitas produksi dan efisiensi pemotongan dikumpulkan melalui pengukuran langsung selama proses pengujian berlangsung.

Desain penelitian menggunakan rancangan percobaan satu faktor (single-factor experimental design) dengan variabel bebas berupa sudut kemiringan pisau (15°, 30°, dan 60°), sedangkan variabel terikat meliputi kapasitas produksi (kg/jam), efisiensi pemotongan (%), dan kualitas hasil cacahan. Variabel kontrol yang dijaga konstan selama pengujian meliputi jenis material, massa material uji, kondisi pisau, putaran mesin, dan kondisi lingkungan pengujian.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon. Kegiatan penelitian mencakup tahap perencanaan dan desain, proses fabrikasi mesin, tahap pengujian, serta analisis data dan penyusunan laporan. Pemilihan lokasi didasarkan pada ketersediaan fasilitas pengelasan, peralatan pengujian, dan kemudahan akses terhadap material bahan baku mesin.

Alat dan Bahan

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu peralatan fabrikasi dan peralatan pengujian. Rincian alat tersebut disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Mesin Las SMAW	Elektroda E6013	Menyambung komponen rangka dan body mesin
2	Gerinda Tangan	Disc 4 inci	Memotong dan menghaluskan besi
3	Mesin Bor Tangan	Mata bor HSS Ø10 mm	Melubangi komponen untuk pemasangan baut
4	Timbangan Digital	Kapasitas 5 kg, ketelitian 1 gr	Mengukur massa material sebelum dan sesudah pengujian
5	Stopwatch	Ketelitian 0,01 detik	Mengukur waktu proses pencacahan
6	Meteran/Jangka Sorong	Ketelitian 0,05 mm	Mengukur dimensi komponen dan hasil cacahan
7	Mistar Sudut (Busur Derajat)	Rentang 0–360°	Mengukur dan memverifikasi sudut kemiringan pisau
8	Penyiku/Siku-siku	Baja presisi	Memastikan kelurusan komponen selama fabrikasi

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan untuk pembuatan mesin dan bahan uji (material pengujian). Rincian bahan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1	Besi Siku (Angle Iron)	40 × 40 × 4 mm	10 batang	Bahan utama rangka mesin
2	Plat Besi	Tebal 2,5 mm	Secukupnya	Body/penutup ruang pencacahan
3	Pisau Baja HSS	High Speed Steel	3 set	Komponen pemotong utama (variasi sudut 15°, 30°, 60°)
4	Motor Bensin Honda GX160	5,5 HP / 3600 rpm	1 unit	Sumber tenaga penggerak mesin
5	Pulley + V-Belt	Rasio 8:1	1 set	Sistem transmisi daya
6	Mur, Baut, Ring	Berbagai ukuran	Secukupnya	Pengikat komponen
7	Rumput Gajah Segar (Pennisetum purpureum)	Panjang ≈30–50 cm, segar	9 kg (3 × 3 kg)	Material uji pada setiap variasi sudut pisau
8	Cat Anti Karat + Dempul	-	Secukupnya	Finishing dan perlindungan permukaan rangka

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini diklasifikasikan sebagai berikut:

Variabel Bebas (Independent Variable)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sudut kemiringan pisau, dengan tiga taraf perlakuan: Sudut kemiringan pisau 15°, Sudut kemiringan pisau 30°, Sudut kemiringan pisau 60°

Variabel Terikat (Dependent Variable)

Variabel terikat yang diukur dan dianalisis dalam penelitian ini meliputi: Kapasitas produksi mesin pencacah rumput (kg/jam), Efisiensi pemotongan (%), dan Kualitas hasil cacahan (keseragaman ukuran)

Variabel Kontrol (Controlled Variable)

Variabel-variabel berikut dijaga konstan selama seluruh pengujian untuk memastikan validitas hasil: Jenis material uji: Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) segar, Massa material uji: 3 kg per pengujian,

Putaran mesin: sesuai putaran nominal motor Honda GX160 (3600 rpm), Rasio transmisi pulley: 8:1, Kondisi ketajaman pisau: diasah hingga tajam sebelum setiap sesi pengujian, Kondisi lingkungan: suhu ruang, kelembaban normal

Tahap Desain dan Fabrikasi Mesin

Perancangan Desain

Perancangan mesin dilakukan menggunakan perangkat lunak desain teknik untuk menghasilkan gambar teknik tiga dimensi (3D) dan dua dimensi (2D). Desain mencakup dimensi keseluruhan mesin (panjang 80 cm, lebar 45 cm, tinggi 101,11 cm), layout komponen, sistem transmisi, serta geometri pisau pada tiga variasi sudut. Gambar teknik digunakan sebagai acuan selama proses fabrikasi.

Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi mesin pencacah rumput dilaksanakan melalui tahapan berikut: 1. Pemotongan bahan baku (besi siku dan plat besi) menggunakan gerinda sesuai dimensi pada gambar teknik. 2. Perakitan dan pengelasan rangka utama menggunakan metode Las SMAW dengan elektroda E6013. 3. Pembuatan body mesin dan penutup ruang pencacahan dari plat besi tebal 2,5 mm. 4. Pemasangan poros pisau, bearing, pulley, dan V-belt sebagai sistem transmisi. 5. Pembuatan tiga set pisau dari baja HSS dengan variasi sudut kemiringan 15°, 30°, dan 60°. 6. Pemasangan motor bensin Honda GX160 padaudukan yang telah disiapkan. 7. Tahap finishing: pendempulan, pengamplasan, dan pengecatan anti karat. 8. Inspeksi visual dan uji coba awal (running test) sebelum pengujian formal dilakukan.

Prosedur Pengujian

Persiapan Pengujian

Sebelum pengujian utama dilaksanakan, dilakukan serangkaian persiapan sebagai berikut: 1. Memastikan semua komponen mesin terpasang dengan benar dan aman. 2. Memeriksa level bahan bakar dan oli mesin Honda GX160. 3. Mengasah pisau hingga kondisi tajam optimal sebelum setiap sesi pengujian. 4. Memverifikasi sudut kemiringan pisau menggunakan busur derajat presisi. 5. Menyiapkan rumput gajah segar yang telah dibersihkan dari kotoran, lalu menimbang sebanyak 3 kg untuk setiap ulangan pengujian. 6. Menyiapkan timbangan digital, stopwatch, dan lembar pencatatan data. 7. Melakukan pemanasan mesin (warm-up) selama $\pm 2-3$ menit sebelum pengujian dimulai.

Pelaksanaan Pengujian

Pengujian dilaksanakan secara berurutan untuk setiap variasi sudut pisau dengan prosedur sebagai berikut: 1. Memasang pisau dengan sudut kemiringan yang akan diuji (dimulai dari 15°). 2. Menghidupkan mesin dan membiarkan beroperasi pada kondisi stabil. Memasukkan rumput gajah (3 kg) ke dalam corong masukan secara bertahap dan merata. 3. Menjalankan stopwatch secara bersamaan dengan mulainya pemasukan material. 4. Menghentikan stopwatch ketika seluruh material telah diproses dan tidak ada lagi material yang keluar dari saluran keluaran. 5. Mencatat waktu total proses pencacahan (dalam menit). 6. Mengumpulkan seluruh hasil cacahan, lalu memisahkan antara hasil cacahan yang terpotong sempurna (seragam) dengan yang tidak terpotong sempurna. 7. Menimbang massa hasil cacahan yang terpotong sempurna menggunakan timbangan digital. 8. Mendokumentasikan kualitas hasil cacahan secara visual (foto) dan deskriptif. 9. Mengulangi prosedur yang sama untuk variasi sudut pisau berikutnya (30° dan 60°).

Pengulangan Pengujian

Untuk meningkatkan keandalan dan validitas data, setiap variasi sudut pisau diuji sebanyak tiga kali ulangan ($n=3$). Data yang diperoleh dari setiap ulangan kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai representatif yang digunakan dalam analisis. Apabila terdapat data yang menyimpang lebih dari dua standar deviasi dari nilai rata-rata, maka pengujian ulang akan dilakukan.

Parameter Pengukuran dan Perhitungan

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi mesin didefinisikan sebagai jumlah massa material (rumput) yang dapat dicacah oleh mesin dalam satuan waktu satu jam. Kapasitas produksi dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas Produksi (kg/jam)} = \frac{\text{Massa Material (kg)}}{\text{Waktu Pencacahan (menit)}} \times 60$$

Keterangan:

Massa material = massa rumput yang diumpankan ke mesin (kg)

Waktu pencacahan = durasi proses pencacahan dari awal hingga selesai (menit)

Efisiensi Pemotongan

Efisiensi pemotongan didefinisikan sebagai perbandingan antara massa material yang berhasil terpotong sempurna (ukuran seragam, tidak terkoyak) terhadap total massa material yang diumpankan, dinyatakan dalam persen. Efisiensi pemotongan dihitung dengan persamaan:

$$\text{Efisiensi Pemotongan(\%)} = \frac{\text{Massa Material terpotong (kg)}}{\text{Total massa Material}} \times 100\%$$

Keterangan:

Massa material terpotong sempurna = massa cacahan yang memenuhi kriteria ukuran seragam (kg)

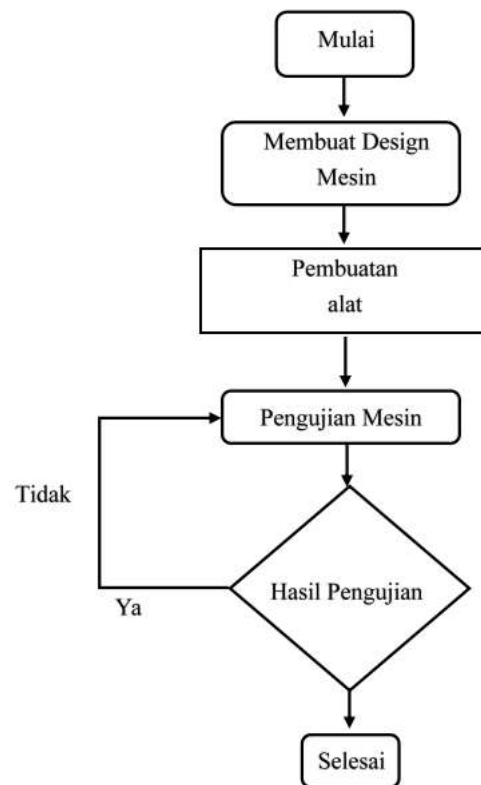
Total massa material = massa material awal yang diumpankan ke mesin (kg)

Kriteria Kualitas Hasil Cacahan

Kualitas hasil cacahan dinilai berdasarkan dua indikator utama, yaitu keseragaman ukuran potongan dan kondisi visual cacahan. Penilaian kualitas dilakukan secara visual dan pengukuran dimensi menggunakan jangka sorong pada sampel acak hasil cacahan dari setiap variasi sudut.

Diagram Alir Penelitian

Secara keseluruhan, alur penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur dan perumusan masalah, dilanjutkan dengan perancangan desain mesin menggunakan perangkat lunak teknik. Setelah gambar teknik final diperoleh, dilakukan proses fabrikasi mesin yang meliputi pemotongan bahan, pengelasan, perakitan komponen, dan finishing. Mesin yang telah selesai difabrikasi kemudian menjalani inspeksi dan running test awal. Apabila mesin dinyatakan layak, pengujian formal dilaksanakan dengan tiga variasi sudut pisau (15° , 30° , 60°), masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menghitung kapasitas produksi dan efisiensi pemotongan, yang selanjutnya dibandingkan dan disimpulkan.

Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Nilai rata-rata dari tiga ulangan pengujian dihitung untuk setiap variasi sudut pisau. Analisis perbandingan antar variasi sudut dilakukan terhadap tiga parameter utama: kapasitas produksi, efisiensi pemotongan, dan kualitas hasil cacahan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel perbandingan dan grafik batang (bar chart) untuk memvisualisasikan perbedaan kinerja antar variasi sudut pisau.

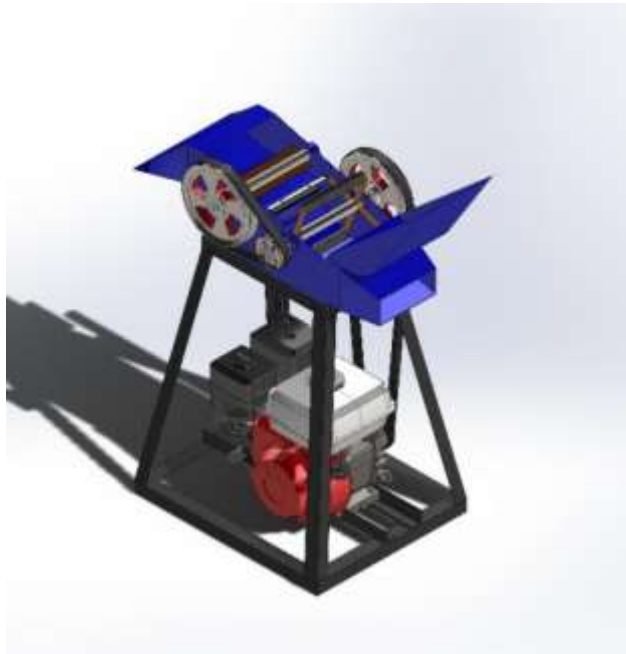
Untuk menentukan variasi sudut pisau yang paling optimal, digunakan metode pembobotan kriteria (*Weighted Criteria Method*) dengan tiga kriteria penilaian: kapasitas produksi (bobot 40%), efisiensi pemotongan (bobot 35%), dan kualitas cacahan (bobot 25%). Skor tertinggi dari hasil pembobotan akan menentukan sudut pisau yang paling direkomendasikan untuk diaplikasikan pada mesin pencacah rumput.

III. RESULT AND DISCUSSION

Hasil Perancangan Mesin

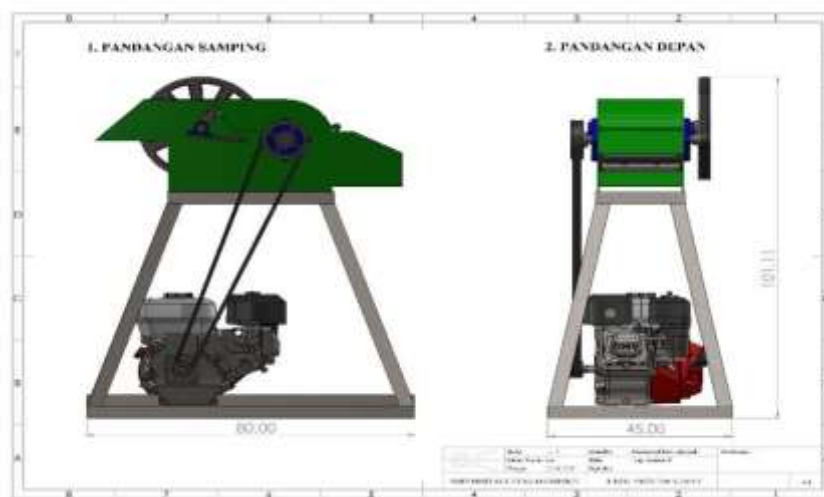
Mesin pencacah rumput yang dirancang menggunakan motor bensin Honda GX160 berdaya 5,5 HP sebagai sumber tenaga utama. Sistem transmisi menggunakan pulley dengan rasio reduksi 8:1 sehingga putaran mesin dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses pencacahan. Rangka dibuat menggunakan besi siku, sedangkan pisau pencacah menggunakan material baja High Speed Steel (HSS) karena memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang baik.

Pada Gambar 3 memperlihatkan model tiga dimensi (3D) hasil perancangan mesin pencacah rumput.



Gambar 3. Pandangan 3D Mesin Pencacah Rumput

Selanjutnya Gambar 4 menunjukkan tampak depan dan tampak samping mesin hasil perancangan.



Gambar 4. Pandangan samping dan depan

Dimensi keseluruhan mesin adalah panjang 80 cm, lebar 45 cm dan tinggi 101,11 cm.

Hasil Pengujian Mesin

Pengujian dilakukan menggunakan rumput gajah segar sebanyak 3 kg pada setiap percobaan. Variasi sudut kemiringan pisau yang digunakan adalah 15°, 30°, dan 60°. Setiap variasi sudut sebaiknya dilakukan sebanyak **tiga kali pengulangan** sehingga diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi. Parameter yang diamati meliputi: waktu pencacahan, kapasitas produksi, berat hasil cacahan, efisiensi pemotongan,

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dihitung menggunakan Persamaan:

$$\text{Kapasitas Produksi (kg/jam)} = \frac{\text{Massa Material (kg)}}{\text{Waktu Pencacahan (menit)}} \times 60$$

Keterangan:

m = massa bahan (kg)

t = waktu pencacahan (menit)

Untuk sudut 15°

$$\begin{aligned} \text{kapasitas produksi (kg/menit)} &= \frac{3 \text{ kg}}{2,5 \text{ menit}} \times 60 \\ &= 72 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Kapasitas Produksi Mesin

No.	Sudut Pisau (°)	Massa Material (kg)	Waktu Pencacahan (menit)	Massa Terpotong Sempurna (kg)	Kapasitas Produksi (kg/Jam)	Kualitas hasil cacahan	Rata-rata
1	15°	3	2,5	1,9	72	Tidak merata	76,23
2	15°	3	2	1,8	90	Tidak merata	
3	15°	3	2,7	1,5	66,7	Tidak merata	
4	30°	3	2	2	90	Merata	79,17
5	30°	3	2,3	1,9	78,3	Merata	
6	30°	3	2,6	1,8	69,23	Merata	
7	60°	3	—	—	—	—	—
8	60°	3	—	—	—	—	
9	60°	3	—	—	—	—	

Berdasarkan hasil pengujian, sudut 30° menghasilkan kapasitas produksi tertinggi dibandingkan sudut 15°. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan sudut kemiringan hingga 30° mampu meningkatkan kemampuan pisau dalam melakukan proses pemotongan sehingga waktu pencacahan menjadi lebih singkat.

Secara teoritis, sudut pisau yang terlalu kecil menyebabkan sudut serang terhadap material menjadi rendah sehingga proses pemotongan berlangsung lebih lambat. Sebaliknya, pada sudut 30° gaya potong menjadi lebih efektif sehingga rumput lebih mudah terpotong dan terdorong keluar dari ruang pencacahan. Kondisi ini sesuai dengan teori pemotongan pada pisau miring, yaitu semakin sesuai sudut serang maka komponen gaya geser meningkat dan kebutuhan gaya potong menjadi lebih kecil.

Efisiensi Pemotongan

Efisiensi pemotongan dihitung menggunakan persamaan

$$\text{Efisiensi Pemotongan(\%)} = \frac{\text{Massa Material terpotong (kg)}}{\text{Total massa Material}} \times 100\%$$

Diketahui pada sudut 15°

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Pemotongan (\%)} &= \frac{1,9 \text{ kg}}{3 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 63,3 \% \end{aligned}$$

Tabel 3. Efisiensi Pemotongan

No.	Sudut Pisau (°)	Massa Material (kg)	Waktu Pencacahan (menit)	Massa Terpotong Sempurna (kg)	Efisiensi Pemotongan (%)	Rata-rata
1	15°	3	2,5	1,9	63,3	57,77
2	15°	3	2	1,8	60	
3	15°	3	2,7	1,5	50	
4	30°	3	2	2	66,7	3,36
5	30°	3	2,3	1,9	63,3	
6	30°	3	2,6	1,8	60	
7	60°	3	—	—	—	—
8	60°	3	—	—	—	
9	60°	3	—	—	—	

Hasil menunjukkan bahwa sudut 30° memiliki efisiensi pemotongan tertinggi sebesar 66,7 % Artinya dari setiap 3 kg bahan yang dimasukkan ke dalam mesin, sekitar 2 kg berhasil tercacah sesuai kriteria Dengan demikian kehilangan material adalah

$$100\% - 66,7\% = 33,3\%$$

Analisis Sudut Pisau 60°

Pada pengujian sudut 60°, mesin tidak dapat dioperasikan karena ujung pisau bertabrakan dengan dinding ruang pencacahan (housing). Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara geometri pisau dengan ruang kerja mesin. Secara mekanis, semakin besar sudut kemiringan maka posisi ujung pisau akan bergeser keluar terhadap pusat putaran. Pergeseran tersebut menyebabkan lintasan ujung pisau melebihi jarak bebas (clearance) yang tersedia sehingga terjadi interferensi dengan bodi mesin.

Kondisi ini merupakan kelemahan desain, bukan kegagalan proses pencacahan. Oleh karena itu, sudut 60° tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan variasi lainnya. Perbaikan yang dapat dilakukan antara lain: 1. memperbesar diameter ruang pencacahan; 2. mengubah posisi dudukan pisau; 3. mengurangi panjang efektif pisau; 4. melakukan simulasi CAD sebelum proses fabrikasi sehingga interferensi dapat diketahui sejak tahap desain. Dengan perbaikan tersebut, sudut yang lebih besar masih dapat diuji pada penelitian berikutnya.

Pembahasan

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, sudut kemiringan pisau 30° memberikan performa terbaik dibandingkan sudut 15°. Sudut ini menghasilkan kapasitas produksi tertinggi, efisiensi pemotongan terbesar, serta kualitas cacahan yang lebih seragam. Peningkatan kinerja tersebut disebabkan oleh sudut 30° menghasilkan sudut serang pisau yang lebih optimal sehingga gaya potong lebih banyak berubah menjadi gaya geser dibandingkan gaya tekan. Gaya geser yang lebih dominan menyebabkan serat rumput terpotong lebih mudah, mengurangi hambatan selama proses pencacahan, serta mempercepat keluarnya material dari ruang pencacahan.

Sebaliknya, pada sudut 15° pisau cenderung menekan material sebelum memotong sehingga proses pencacahan membutuhkan waktu lebih lama dan menghasilkan cacahan yang kurang merata. Sementara itu, sudut 60° tidak dapat diuji akibat benturan antara pisau dengan bodi mesin. Hal ini menunjukkan bahwa batas optimum sudut pisau tidak hanya ditentukan oleh teori pemotongan, tetapi juga harus mempertimbangkan ruang bebas (clearance), diameter rotor, dimensi housing, dan konfigurasi dudukan pisau. Oleh karena itu, proses perancangan mekanis harus mempertimbangkan analisis geometri agar setiap variasi sudut tetap aman digunakan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sudut 30° merupakan konfigurasi yang paling sesuai pada mesin yang dirancang sehingga mampu meningkatkan kapasitas produksi sekaligus menghasilkan kualitas cacahan yang lebih baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, mesin pencacah rumput dengan kemiringan pisau 15°, 30°, 60°, mesin ini menggunakan motor bensin Honda GX160 berdaya 5,5 hp dengan sistem transmisi pulley rasio total 8:1, rangka rangka berbahan besi siku, serta pisau dari baja HSS. Dari hasil desain dan pembuatan yang diperoleh, mesin memiliki dimensi panjang 80 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 101,11 cm. Dari hasil pengujian, sudut pisau 30° terbukti memberikan hasil yang paling baik dibandingkan sudut lainnya. Sudut ini mampu menghasilkan cacahan yang lebih merata, kapasitas produksi tertinggi yaitu 90 kg/jam, serta efisiensi pemotongan yang mencapai 66,7%. Serta kehilangan material (*material loss*) sebesar 33,3% dari total material yang diumpankan, dengan kualitas cacahan yang merata dan seragam. Dengan keunggulan tersebut, sudut 30° dapat dikatakan sebagai sudut yang paling optimal untuk digunakan pada mesin pencacah rumput.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anugrah, R. A., Rachmawati, P., & Gunawan, B. (2021). *Peningkatan kualitas pakan fermentasi ternak sapi dengan teknologi mesin pencacah rumput*. Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat. <https://doi.org/10.18196/ppm.31.145>
- [2] Rumah Mesin. (2025). *Mesin pencacah rumput multifungsi*. RumahMesin.com. Diakses 19 Juni 2025, dari <https://www.rumahmesin.com/mesin-pencacah-rumput-multifungsi/>
- [3] Novriadi.com. (2019). *Mesin pencacah rumput multifungsi*. Diakses 19 Juni 2025, dari <https://www.novriadi.com/mesin-pencacah-rumput-multifungsi/>
- [4] Hartana, A. Y. (2024). Desain Dan Analisis Varian Sudut Pisau Terhadap Uji Kinerja Mesin. *Volume 03 No. 01, Januari, 2024, 03*, 41-50.
- [5] Novita Sari, I. d. (2018). UJI KINERJA DAN ANALISIS BIAYA MESIN PENCACAH PAKAN. *Jurnal Agritechno, Vol. 11, No. 2, Oktober 2018, 11*, 113-105.

- [6] Wahyu K Sugandi1, A. Y. (2016). DESAIN DAN UJI KINERJA MESIN PENCACAH RUMPUT
- [7] Manuals Plus. (2024, February 10). HONDA GX160 OHV 4 Stroke Pull Start Petrol Engine Owner's Manual.
- [8] Rumah Diesel. (2023, March 9). Keunggulan Sistem Decompresi Mesin Honda GX160.
- [9] Miami: AWS.Sindo, K. (2012). Teknik Pengelasan. Bandung: Penerbit ITB.
- [10] Tanjung, H. (2022). Analisa Kekuatan dan Kekerasan Baja HSS untuk Aplikasi Pisau Industri. *Jurnal Material dan Teknik Mesin*, 9(1), 45–53
- [11] Elanjati Worldailmi 1)*, P. D. (2024). Pemanfaatan Mesin Pencacah Rumput pada Kelompok Ternak 99 Farm. *Vol. 5 No. 2, Juli 2024*, 5, 153-160.
- [12] Sugandi, W. K., Yusuf, A., & Muhamad, R. (2016). Desain dan uji kinerja mesin pencacah rumput. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(3), 155–164.
- [13] Thohirin, Muh, and Ruslan Dalimunthe. "Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak." *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol. 2. No. 1. 2021.
- [14] Agus, K., Sarjono, S., Achmadi, A., Rahayu, R. D., Riyadi, M. S., Mudjijanto, M., ... & Febritasari, R. (2023). Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Bagi Peternak Sapi Di Kecamatan Jiken Kabupaten Blora. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 1365-1370.
- [15] Hamarung, M. A., & Jasman, J. (2019). Pengaruh Kemiringan dan Jumlah Pisau Pencacah terhadap Kinerja Mesin Pencacah Rumput untuk Kompos. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(2), 53-59.
- [16] Sindo, K. (2012). *Teknik pengelasan*. Penerbit ITB.