Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Bertenaga Surya Berbasis Motor DC MY1016 Untuk Pakan Ternak Kambing di Kelompok Ternak Desa Batokan

Rizky Aji Pratama[*1], Miftakhul Huda[2], Septriandi Wirayoga[3]

[1,2,3] Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia
Email: [1]2241190058@student.polinema.ac.id, [2]miftakhul.huda@polinema.ac.id,
[3]yoga.septriandi@polinema.ac.id

Nomor Handphone : 085813815358

Abstrak

Penyediaan pakan hijauan merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung produktivitas peternakan kambing. Pada Kelompok Ternak Desa Batokan, proses pencacahan rumput masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang besar. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun mesin pencacah rumput bertenaga surya berbasis motor DC MY1016 serta mengevaluasi kinerjanya. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (RnD) melalui tahapan identifikasi masalah, studi literatur, perencanaan, pembuatan, pengujian, analisis, dan penarikan kesimpulan. Sistem menggunakan panel surya 450 Wp, baterai 24 V 40 Ah, MPPT, ESP32, driver BTS7960, motor DC MY1016, serta sensor proximity induktif untuk pengukuran RPM. Pengujian meliputi kinerja panel surya, akurasi sensor RPM, rasio transmisi, pengaruh beban, konsumsi energi, kapasitas pencacahan, dan ukuran hasil cacahan. Hasil menunjukkan sensor proximity memiliki akurasi rata-rata 99,047% dibandingkan tachometer digital. Kondisi operasi terbaik diperoleh pada PWM 83% dengan kecepatan motor 2513 rpm dan putaran pisau 1250 rpm. Mesin menghasilkan cacahan dominan 2–5 cm dan kapasitas 80 kg/jam. Konsumsi energi rata-rata tercatat 320,81 Wh per jam. Dengan pengoperasian bertahap dan dukungan panel surya, mesin berpotensi menghasilkan sekitar 320 kg cacahan per hari.

Kata kunci: ESP32, mesin pencacah rumput, motor DC MY1016, sensor proximity induktif, tenaga surya

Abstract

Forage availability is an important factor in supporting goat farming productivity. At the Batokan Village Livestock Group, grass chopping is still performed manually, requiring considerable time and labor. This study aimed to design and develop a solar-powered grass chopping machine based on a MY1016 DC motor and evaluate its performance. The research applied a Research and Development (RnD) approach consisting of problem identification, literature study, system planning, fabrication, testing, analysis, and conclusion. The system employs a 450 Wp solar panel, 24 V 40 Ah battery, MPPT controller, ESP32 microcontroller, BTS7960 motor driver, MY1016 DC motor, and an inductive proximity sensor for RPM measurement. Tests covered solar-panel performance, RPM sensor accuracy, transmission ratio, load effects, energy consumption, chopping capacity, and chopped-grass size. The proximity sensor achieved an average accuracy of 99.047% compared with a digital tachometer. The best operating condition was obtained at 83% PWM, producing a motor speed of 2513 rpm and a blade speed of 1250 rpm. The machine produced predominantly 2–5 cm grass pieces with a chopping capacity of 80 kg/h. Average energy consumption was 320.81 Wh per hour. With intermittent operation and solar charging support, the machine has the potential to process approximately 320 kg of grass per day.

Keywords: ESP32, grass chopping machine, inductive proximity sensor, MY1016 DC motor, solar energy

This work is an open access article and licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Pakan hijauan merupakan salah satu kebutuhan utama dalam pemeliharaan ternak kambing. Rumput gajah perlu dipotong atau dicacah dalam jumlah besar agar lebih mudah diberikan sebagai pakan. Pada Kelompok Ternak Desa Batokan, Kabupaten Tulungagung, populasi kambing yang dilaporkan sekitar 86 ekor membutuhkan sekitar 258 kg rumput per hari. Proses pemotongan masih didominasi penggunaan sabit sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang besar. Mesin berbahan bakar diesel

dapat menjadi alternatif, tetapi penggunaannya menimbulkan biaya operasional dan ketergantungan terhadap bahan bakar.

Pemanfaatan energi surya dapat menjadi alternatif sumber energi untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber listrik konvensional. Penelitian terdahulu menunjukkan penerapan panel surya pada mesin pencacah rumput dapat dikombinasikan dengan motor DC dan pengaturan PWM. Pemilihan sudut panel juga memengaruhi penerimaan iradiasi dan daya keluaran. Selain itu, jumlah mata pisau dan kecepatan putar berpengaruh terhadap kapasitas dan ukuran hasil cacahan.

Penelitian ini mengembangkan mesin pencacah rumput dengan sumber energi PLTS off-grid menggunakan panel surya 450 Wp dan baterai 24 V 40 Ah. Motor DC MY1016 24 V 350 W dipilih sebagai penggerak utama karena memiliki kecepatan nominal hingga 2700 rpm dan torsi 1,2 Nm. Pengaturan motor dilakukan menggunakan ESP32 dan driver BTS7960 melalui PWM, sedangkan sensor proximity induktif digunakan untuk membaca RPM secara real-time.

Tujuan penelitian adalah merancang dan merealisasikan mesin pencacah rumput bertenaga surya, mengetahui kinerja motor dan kapasitas pencacahan, serta mengevaluasi kesesuaian ukuran cacahan terhadap target 2–5 cm. Kinerja juga dibandingkan dengan metode manual berdasarkan waktu pencacahan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode pengembangan inovasi alat yaitu (*Research and Development*) yang merupakan serangkaian langkah untuk menciptakan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada. Penelitian ini mengembangkan proses pencacahan rumput yang masih manual digantikan dengan alat mesin pencacah rumput bertenaga surya yang dilengkapi dengan sistem kendali mikrokontroler.

2.1 Perhitungan Sistem Energi

Energi teoritis panel surya dapat dihitung dengan persamaan :

$$Epv = Ppv\ x\ PSH \tag{1}$$

Dengan daya panel 450 Wp dan asumsi *Peak Sun Hours* (PSH) 4 jam/hari, energi teoritis sebesar 1800 Wh/hari. Dengan asumsi efisiensi sistem 90%, energi efektif diperkirakan sebesar 1.620 Wh/hari. Kebutuhan energi beban dihitung dengan persamaan :

$$E = P\ x\ t \tag{2}$$

Hasil pengujian menggunakan konsumsi rata-rata 320,81 Wh/jam, sehingga kebutuhan energi untuk 1–4 jam masing-masing 320,81Wh, 641,62Wh, 962,43Wh dan 1.283,24 Wh.

2.2 Perhitungan Mekanisme Sistem

Rasio pulley digunakan untuk menurunkan putaran motor DC MY1016 menjadi putaran poros pisau. Dengan kecepatan motor DC MY1016 yaitu 2500 rpm dan rasio 1:2, putaran pisau dihitung menjadi 1250 rpm. Putaran roller penjepit diperoleh sekitar 732–734 rpm dengan rasio pulley pisau dengan rasio pulley penjepit diperoleh perbandingan 1:1,75.
Untuk empat mata pisau, frekuensi pemotongan dihitung dengan:

$$f = \frac{n_p z}{60} \tag{3}$$

Diketahui f frekuensi pemotongan, n_p putaran pisau, dan z jumlah mata pisau.

$$Vf = \frac{\pi Dn}{60} \tag{4}$$

$$L = \frac{Vf}{f} \tag{5}$$

Diketahui Vf frekuensi pemotongan, D diameter roller, n putaran roller, dan L kecepatan pengumpanan.

$$Vf = \frac{\pi Dn}{60} = \frac{3{,}14x0{,}07x732}{60} = 2{,}68\ m/s$$

$$f = \frac{n_p z}{60} = \frac{1250x4}{60} = 83{,}33\ potongan/s$$

$$L = \frac{Vf}{f} = \frac{2{,}68}{83{,}33} = 0{,}0332m = 3{,}32cm$$

Pada np = 1250 rpm dan z = 4, frekuensi pemotongan sebesar 83,33 potongan/s. Dengan diameter roller 70 mm dan putaran 732 rpm, kecepatan pengumpanan sekitar 2,68 m/s. Panjang teoritis cacahan yang diperoleh sekitar 3,32 cm, berada dalam target 2–5 cm.

2.3 Pengujian Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induktif dipasang menghadap pulley motor DC MY1016 dan mendeteksi baut logam sebagai penanda putaran. Nilai RPM dibandingkan dengan tachometer digital. Error dihitung dengan persamaan:

$$Error = \frac{nilai\ proximity\ induktif - nilai\ tachometer}{nilai\ tachometer} x100\% \quad (6)$$

Akurasi kemudian dihitung sebagai 100% dikurangi error.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Mesin

Mesin berhasil direalisasikan dengan rangka besi siku dan sistem PLTS off-grid yang terintegrasi. Dimensi mesin adalah 50 cm × 50 cm × 200 cm. Box panel berukuran 40 cm × 30 cm × 18 cm menjadi pusat komponen kendali dan kelistrikan. Sistem menggunakan panel surya 450 Wp, MPPT, baterai 24 V 40 Ah, ESP32, BTS7960, sensor proximity induktif, PZEM-017, LCD, motor MY1016, dan motor MY1025.



Gambar 1. Mesin Pencacah Rumput Bertenaga Surya

3.2. Kinerja Panel Surya 450Wp

Pengujian orientasi panel menunjukkan bahwa selama periode pengamatan panel yang menghadap timur menghasilkan energi sekitar 2.350 Wh, sedangkan orientasi utara menghasilkan sekitar 2.331 Wh. Dengan asumsi efisiensi sistem 90%, energi efektif masing-masing sekitar 2.115 Wh dan 2.098 Wh. Hasil ini menunjukkan sistem memiliki pasokan energi harian yang dapat mendukung pengoperasian mesin, terutama ketika operasi dilakukan secara bertahap.

Tabel 1. Hasil Pengujian Daya Panel Surya

Waktu	Daya maksimum orientasi timur	Daya maksimum orientasi utara
10:30	470,0 W	436,0 W
11:00	480,6 W	454,4 W
11:30	433,1 W	442,2 W
12:00	464,3 W	470,9 W
14:00	315,4 W	298,7 W

3.3 Akurasi Sensor Proximity Induktif

Hasil perbandingan menunjukkan pembacaan sensor proximity memiliki pola yang sangat dekat dengan tachometer. Pada PWM 33% hingga 100%, error berada pada rentang 0,303%–1,985%. Nilai rata-rata error adalah 0,9531% dan akurasi rata-rata 99,047%. Dengan demikian, sensor layak digunakan untuk pemantauan RPM motor pada mesin.

Tabel 2. Perbandingan Sensor Proximity dan Tachometer

PWM	Tachometer (rpm)	Proximity (rpm)	Error	Akurasi
33%	1013	1006	0,691%	99,309%
43%	1320	1316	0,303%	99,697%
50%	1522	1503	1,264%	98,736%
60%	1820	1843	1,247%	98,753%
73%	2225	2214	0,496%	99,504%
83%	2541	2519	0,865%	99,135%
100%	2770	2715	1,985%	98,015%
Rata-rata	—	—	0,953%	99,047%

3.4 Pengaruh Rpm Terhadap Ukuran Rumput

Variasi PWM menunjukkan bahwa kecepatan motor berpengaruh terhadap ukuran hasil cacahan. Pada PWM 31%, 45%, dan 58%, kecepatan motor berturut-turut sekitar 1005, 1498, dan 2004 rpm sehingga hasil cacahan masih terlalu panjang. Kondisi terbaik diperoleh pada PWM 83% dengan kecepatan motor 2513 rpm dan putaran poros pisau 1250 rpm. Pada kondisi ini hasil cacahan berada pada rentang 2–5 cm. Ketika PWM dinaikkan menjadi 100% dengan kecepatan sekitar 2789 rpm, hasil cacahan menjadi terlalu pendek, sekitar 1 cm.

Tabel 3. Pengaruh PWM dan RPM terhadap Hasil Cacahan

PWM	RPM Motor DC MY1016	Torsi pisau	Hasil
31%	1005 rpm	6,6 Nm	Terlalu panjang
45%	1498 rpm	4,4 Nm	Terlalu panjang
58%	2004 rpm	3,3 Nm	Belum sesuai
83%	2513 rpm	2,6 Nm	Sesuai (2–5 cm)
100%	2789 rpm	2,3 Nm	Terlalu pendek

3.5 Pengaruh Beban Terhadap Kinerja Motor DC MY1016

Pengujian beban menunjukkan kecenderungan penurunan RPM dan tegangan ketika massa rumput meningkat, sementara arus motor meningkat. Pada kondisi tanpa beban, motor berputar 2500 rpm dengan tegangan 18,8 V dan arus 6,6 A. Pada beban 200 g, 300 g, dan 500 g, RPM berturut-turut menjadi 2487 rpm, 2408 rpm, dan 2275 rpm dan tegangan menjadi 17,8 V, 16,3 V, dan 14,6 V. Sedangkan arus meningkat menjadi 8,7 A, 9,4 A, dan 12,3 A.

Tabel 4. Pengujian Motor MY1016 terhadap Beban Rumput

Beban Rumput	RPM Motor DC MY1016	Tegangan Motor DC MY1016	Arus Motor DC MY1016
Tanpa beban	2500	18,8 V	6,6 A
200 g	2487	17,8 V	8,7 A
300 g	2408	16,3 V	9,4 A
500 g	2275	14,6 V	12,3 A

Pada beban 200 g, RPM turun sekitar 0,52% dan arus meningkat 31,82% dibandingkan kondisi tanpa beban. Pada 300 g, RPM turun 3,68% dan arus meningkat 42,42%, sedangkan pada 500 g RPM turun 9,00% dan arus meningkat 86,36%. Kecenderungan tersebut menunjukkan bertambahnya beban mekanis meningkatkan kebutuhan torsi dan arus motor.

3.6 Transmisi Jumlah Pisau dan Ukuran Cacahan

Sistem transmisi menggunakan rasio pulley 1:2 dari motor menuju poros pisau, sehingga putaran motor sekitar 2500 rpm menjadi 1250 rpm. Pada sisi roller penjepit digunakan rasio 1:1,75 sehingga putaran roller sekitar 732–734 rpm. Dengan empat mata pisau, frekuensi pemotongan sekitar 83,33 potongan/s. Perhitungan menghasilkan panjang teoritis sekitar 3,32 cm dan pengujian menunjukkan hasil aktual dominan 2–5 cm.

Tabel 5. Konfigurasi Mekanisme Pencacahan

Komponen	Kecepatam (Rpm)
Motor MY1016	±2500–2513 rpm
Poros pisau	1250 rpm
Roller penjepit	±732–734 rpm
Jumlah pisau	4 buah

3.7 Konsumsi Energi dan Kapasitas Pencacahan

Konsumsi energi rata-rata hasil pengujian adalah 320,81 Wh untuk satu jam pengoperasian. Kebutuhan energi empat jam mencapai 1.283,24 Wh, lebih besar daripada kapasitas nominal baterai 960 Wh. Oleh karena itu, pengoperasian tidak dilakukan selama empat jam secara terus-menerus, tetapi secara bertahap dengan jeda pengisian dari panel surya. Dengan pola tersebut, mesin dapat digunakan sekitar empat jam per hari dan menghasilkan kapasitas sekitar 80 kg/jam atau sekitar 320 kg/hari.

Tabel 6. Kinerja Energi dan Kapasitas Mesin

Parameter	Hasil
Konsumsi energi rata-rata	320,81 Wh/jam
Kapasitas baterai	960 Wh
Kapasitas pencacahan	80 kg/jam
Estimasi operasi	±4 jam/hari secara bertahap
Potensi pencacahan harian	±320 kg/hari

4. Kesimpulan

Mesin pencacah rumput bertenaga surya berbasis motor DC MY1016 berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan panel surya 450 Wp, baterai 24 V 40 Ah, MPPT, ESP32, driver BTS7960, sensor proximity induktif, dan mekanisme pencacahan empat mata pisau. Sistem mampu bekerja secara terintegrasi dan menghasilkan cacahan rumput gajah dominan 2–5 cm. Kondisi operasi terbaik diperoleh pada PWM 83%, kecepatan motor 2513 rpm, putaran pisau 1250 rpm, dan putaran roller sekitar 732–734 rpm. Sensor proximity menghasilkan akurasi rata-rata 99,047% dibandingkan tachometer digital. Mesin mencapai kapasitas 80 kg/jam dengan konsumsi energi rata-rata 320,81 Wh/jam. Karena kebutuhan energi empat jam lebih besar daripada kapasitas baterai 960 Wh, pengoperasian dilakukan secara bertahap dengan dukungan pengisian panel surya, sehingga berpotensi menghasilkan sekitar 320 kg cacahan per hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Hanafie, F. Fadhli, and I. Syahruddin, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak,” ILTEK J. Teknol., vol. 11, no. 01, pp. 1484–1487, 2016, doi: 10.47398/iltek.v11i01.403.

[2] B. P. Surya et al., “JSE-51 JSE-52,” vol. 10, no. 1, pp. 51–59, 2025.

[3] R. D. A. Rasyid et al., “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Penerimaan Iradiasi Matahari Dan Daya Keluaran Yang Dihasilkan,” 2023.

[4] D. S. Yansuri, S. Sofiah, and S. A. C. N. Chairun Nissah, “Pengaruh Variasi Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Rumput Terhadap Kecepatan Putaran Motor Dc (rpm) Berbasis Panel Surya,” J. Ampere, vol. 9, no. 1, pp. 55–64, 2024, doi: 10.31851/ampere.v9i1.15490.

[5] M. Luqman, B. Anggraheny, H. Herwandi, and A. Murtono, “Aplikasi dan unjuk kerja motor driver L-298 dan BTS7960 sebagai power switching pada inverter,” J. Eltek, vol. 23, no. 1, pp. 9–15, 2025, doi: 10.33795/eltek.v23i1.6656.
[6] P. P. Pada and W. Sanding, “Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi,” vol. 8, no. 1, pp. 67–81, 2021.
[7] Okpatrioka, “Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development),” Alfabeta, vol. 9, no. 2, p. 724, 2017.
[8] S. Sujito, F. I. Kusuma, S. Sumarli, A. Witjoro, and T. B. Y. E., “Peningkatan Kualitas Pakan Ternak Berbasis Teknologi Tepat Guna Mesin Pencacah Rumput di Desa Sambigede,” ABDIKAN J. Pengabdi. Masy. Bid. Sains dan Teknol., vol. 2, no. 4, pp. 617–623, 2023, doi: 10.55123/abdikan.v2i4.2393.
[9] J. P. Keliat, N. N. C. Kusumawati, and A. A. A. S. Trisnadewi, “Pertumbuhan Dan Hasil Rumput Gajah Yang Diberi Pupuk Kascing Dengan Dosis Berbeda,” Pastura, vol. 10, no. 2, pp. 91–96, 2021.
[10] M. R. Al Haqq, I. Chlissodin, and A. A. Soebroto, “Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya dalam Kondisi Berbayang Sebagian dengan Particle Swarm Optimization (PSO),” Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 5, no. 8, pp. 3524–3537, 2021.
[11] N. I. Sijabat and Y. R. Pasalli, “Perencanaan PLTS Off-Grid Gedung Kantor Kelurahan Amban Manokwari Papua Barat,” J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 19, no. 03, 2025, doi: 10.23960/elc.v19n3.2899.
[12] D. Sugiyanto, H. Susanto, H. Asbanu, and A. Saputro, “Pengaruh Tekanan Roller dengan Variasi Diameter Roll pada Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak Ruminansia,” J. Kaji. Tek. Mesin, vol. 5, no. 2, pp. 145–151, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i2.4219.
[13] I. P. Agustin and W. Aribowo, “Kendali Motor DC Pada Rancang Bangun Kursi Roda Berbasis Joystick dan YOLO (You Only Look Once),” J. Tek. Elektro, vol. 14, no. 1, pp. 82–87, 2024, doi: 10.26740/jte.v14n1.p82-87.
[14] R. Renggaadiputra, “The Effect of V-Belt Size and Groove Angle Variation on the Surface of the CVT Clutch Disk on the Power and Torque Transmission of 125cc Motorcycle,” J. Tek. Mesin, vol. 2, no. 1, pp. 132–138, 2023, doi: 10.33795/jmeeg.v2i1.1705.
[15] A. Pradipta, M. Facta, and S. Sudjadi, “Perancangan Konverter Arus Searah Tipe Buck Converter Dengan Umpan Balik (Feedback) Menggunakan IC TL494 Sebagai Stabilitas Tegangan Pengisian Baterai,” Transient, vol. 7, no. 4, p. 933, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.933-940.
[16] J. Jamaaluddin, I. Anshory, and S. D. Ayuni, “Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker with Alternating Current,” J. Electr. Technol. UMY, vol. 5, no. 2, pp. 68–73, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12508.
[17] A. Sumaedi, “Sistem Kontrol Suhu Ruangan Server berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler Wemos dan Sensor Suhu DHT11 di PT. XYZ,” Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput., vol. 16, no. 1, pp. 1–13, 2025, doi: 10.24176/simet.v16i1.13571.
[18] A. Info, “Journal of Scientech Research and Development: Analysis of Battery Charging Efficiency Comparison Using PWM,” vol. 7, no. 2, pp. 284–301, 2025.