

RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK RODA PADA MESIN POTONG RUMPUT SEMI HYBRID

Laode Trio Aji Pamungkas¹⁾, Eko Djunaidi²⁾, Maryono³⁾, Erma Nirmalasari⁴⁾

^{1), 2), 3)} Politeknik Angkatan Darat, Batu Malang Jatim

⁴⁾ Universitas Malang, Malang Jatim

Trioaji2114@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi sistem penggerak roda pada mesin potong rumput semi hybrid dengan memanfaatkan motor DC dan sistem transmisi rantai-sproket. Pendekatan deduktif digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan akan mesin pertanian yang efisien, stabil, dan mampu beradaptasi pada berbagai kondisi medan, termasuk datar, berbukit, dan rumput tebal. Sistem semi hybrid dirancang untuk meningkatkan torsi roda, mengoptimalkan daya dorong, dan mengurangi konsumsi energi listrik serta bahan bakar. Pengujian dilakukan melalui lintasan uji sepanjang 20 meter dengan pengukuran arus, tegangan, daya motor, torsi, rasio transmisi, dan kecepatan gerak mesin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor DC 500 Watt dengan rasio transmisi 1:4 mampu menghasilkan daya dorong optimal dan efisiensi energi hingga 20% lebih tinggi dibandingkan mesin konvensional. Sistem transmisi sproket-rantai terbukti efektif dalam mentransfer torsi dengan kehilangan daya minimal. Studi ini menegaskan pentingnya integrasi motor listrik dalam mesin semi hybrid sebagai alternatif inovatif untuk modernisasi alat pertanian, memberikan kontribusi signifikan terhadap penghematan energi, stabilitas operasional, dan kemampuan beradaptasi pada medan yang bervariasi, sekaligus menyediakan data empiris yang mendukung pengembangan mesin potong rumput yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Keyword : *Mesin potong rumput, motor DC, sistem semi hybrid, rasio transmisi, torsi roda*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pertanian telah mendorong kebutuhan akan alat-alat yang efisien dan ramah lingkungan, termasuk mesin pemotong rumput, yang sebelumnya hanya digunakan untuk taman kecil kini juga diaplikasikan pada lahan pertanian dan perkebunan [1]. Efisiensi operasional dan kemampuan beradaptasi terhadap berbagai medan menjadi kebutuhan utama agar pekerjaan pemeliharaan lahan dapat dilakukan dengan cepat dan hemat energi.

Mesin potong rumput semi hybrid muncul sebagai inovasi yang menggabungkan motor listrik DC dan mesin berbahan bakar fosil untuk meningkatkan efisiensi energi dan daya dorong roda [2]. Sistem hybrid ini memungkinkan pengaturan torsi dan kecepatan roda lebih presisi, sehingga mesin dapat beroperasi secara responsif pada medan datar maupun berbukit [6]. Penggunaan energi listrik juga mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan menurunkan emisi, mendukung keberlanjutan lingkungan [3].

Permasalahan utama mesin semi hybrid adalah sistem penggerak roda yang kadang kurang efisien dan kurang responsif dalam menghadapi medan bervariasi [3]. Kecepatan, torsi, dan stabilitas gerak roda memengaruhi keseluruhan performa mesin. Oleh karena itu, optimasi rasio transmisi dan pemilihan motor DC yang sesuai sangat penting untuk mencapai efisiensi kerja maksimal pada berbagai kondisi lapangan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi motor DC dengan kontroler torsi dan sistem transmisi sproket-rantai meningkatkan stabilitas penggerak roda dan daya dorong, sekaligus mempertahankan kecepatan operasional yang konsisten (Shan, 2024). Hal ini menjadi dasar teknis untuk pengembangan mesin semi hybrid yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem penggerak roda mesin potong rumput semi hybrid yang efisien dan mampu beroperasi optimal pada berbagai kondisi medan. Penelitian ini menggunakan pendekatan deduktif, dimulai dari analisis kebutuhan energi dan torsi motor, kemudian merancang rasio transmisi dan sistem kontrol yang sesuai, hingga pengujian performa sistem secara empiris.

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi mesin pertanian, khususnya dalam meningkatkan efisiensi energi, stabilitas operasi, dan kemampuan beradaptasi terhadap medan yang beragam. Selain itu, penelitian ini menyediakan data empiris yang dapat dijadikan acuan bagi desain mesin semi hybrid generasi berikutnya [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi mesin potong rumput semakin pesat, khususnya di sektor pertanian dan perkebunan. Mesin potong rumput yang awalnya digunakan hanya untuk pemeliharaan taman kini

diaplikasikan pada lahan pertanian, sehingga efisiensi dan kemampuan adaptasi terhadap medan menjadi aspek penting [1].

Penelitian [1] menekankan pengembangan mesin semi hybrid yang memadukan motor DC dan tenaga bahan bakar untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan. [3] menyoroti pengurangan emisi dan peningkatan performa penggerak roda melalui inovasi filter dan pengaturan motor. [4] menunjukkan bahwa integrasi sistem hybrid pada mesin pertanian dual fungsi mampu meningkatkan efisiensi energi dan kinerja operasional. [5] menguji sistem kontrol motor listrik sensorless untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi penggerak roda.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu memberikan dasar kuat untuk pengembangan sistem penggerak roda mesin potong rumput semi hybrid, dengan fokus pada efisiensi energi, kestabilan, dan kemampuan beroperasi pada berbagai medan. Tantangan teknis tetap ada terkait optimasi rasio transmisi, torsi motor, dan responsivitas penggerak pada medan bervariasi.

2.1 Motor DC (Direct Current) Motor DC

Merupakan komponen utama dalam sistem penggerak roda mesin semi hybrid karena efisiensinya dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [2]. Motor ini memungkinkan kontrol kecepatan dan torsi yang presisi sehingga performa mesin stabil di berbagai kondisi medan.

2.2 Sproket dan Gear Sproket

Berfungsi sebagai penghubung antara motor DC dan rantai yang menggerakkan roda. Gear digunakan untuk mengatur rasio kecepatan dan torsi yang diteruskan ke roda, meningkatkan daya dorong dan menjaga stabilitas gerak mesin [2].

2.3 Sistem Transmisi Rantai

Sistem transmisi rantai mentransfer tenaga dari motor ke roda dengan kehilangan energi minimal. Pemilihan rantai dan sproket yang tepat meningkatkan efisiensi sistem penggerak roda dan performa optimal mesin potong rumput semi hybrid [6].

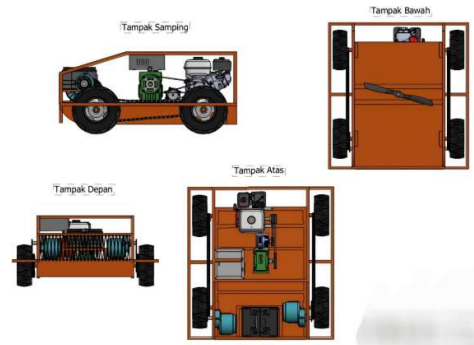
2.4 Sistem Hybrid

Semi Teknologi semi hybrid memadukan tenaga listrik dan mesin pembakaran internal. Sistem ini menawarkan efisiensi energi, pengurangan emisi, dan kestabilan operasional, serta memungkinkan mesin menyesuaikan torsi dan kecepatan roda secara otomatis sesuai kondisi medan [4].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk merancang dan menguji sistem penggerak roda pada mesin potong rumput semi hybrid. Metode penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu perancangan sistem, pemilihan komponen, perakitan, pengujian, dan analisis data.

3.1 Rancang Bangun Sistem



Gambar 1. Tampilan Alat

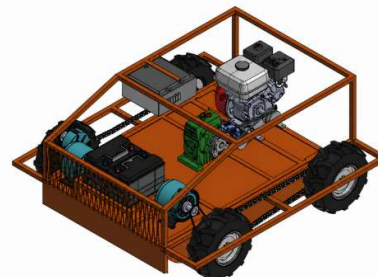
Sistem penggerak roda dirancang menggunakan motor DC 500 W, sproket, dan rantai, serta sistem semi hybrid untuk meningkatkan efisiensi energi. Rasio transmisi

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

digunakan untuk menentukan kecepatan roda terhadap putaran motor, di mana n_1 adalah putaran motor (RPM) dan n_2 adalah putaran roda (RPM). Daya motor (P) dihitung dengan rumus:

$$P = T \times \omega$$

Dimana P adalah daya (Watt), T adalah torsi (Nm), dan ω adalah kecepatan sudut motor (rad/s).



Gambar 2. Desain Alat

3.2 Pemilihan Komponen

Komponen utama meliputi motor DC 500 W, baterai 12 V, sistem transmisi sproket-rantai, roda diameter 20 cm, dan rangka mesin potong. Pemilihan komponen didasarkan pada kebutuhan torsi, daya dorong, dan kestabilan operasional.

3.3 Pengujian Sistem

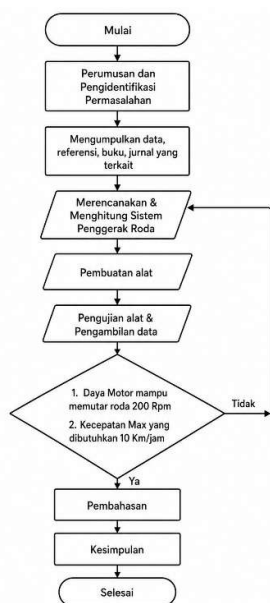
Pengujian dilakukan pada lintasan 20 meter dengan kondisi medan datar, berbukit, dan rumput tebal. Parameter yang diukur meliputi arus, tegangan, daya motor, torsi, rasio transmisi, kecepatan roda, dan efisiensi energi. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data rata-rata.

3.4 Analisis Data

Data dianalisis dengan menghitung torsi efektif, daya dorong, dan efisiensi energi menggunakan rumus di atas. Evaluasi dilakukan untuk menentukan performa optimal sistem penggerak roda pada berbagai kondisi medan.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan perumusan dan identifikasi masalah terkait penggerak roda pada mesin potong rumput semi-hybrid. Setelah itu, peneliti mengumpulkan data, buku, referensi, dan jurnal yang relevan untuk merancang dan menghitung sistem penggerak roda yang optimal.



Gambar 3. Diagram Alir penelitian

Berdasarkan desain yang telah dibuat, alat atau prototipe mesin potong rumput kemudian diproduksi dan diuji untuk mengukur berbagai parameter seperti daya motor, efisiensi energi, torsi, dan gaya dorong roda. Selanjutnya, hasil pengujian dievaluasi; jika memenuhi kriteria, tahap berikutnya adalah pembahasan, di mana peneliti menganalisis hasil dan efisiensi sistem yang diujikan. Jika hasilnya tidak sesuai, perbaikan dilakukan sebelum melanjutkan ke pembahasan. Akhirnya, penelitian diakhiri dengan kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem penggerak roda semi-hybrid, menyelesaikan proses dengan laporan yang merangkum hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Sistem Penggerak Roda Mesin

Spesifikasi sistem penggerak roda pada penelitian ini dirancang sebagai dasar utama dalam menentukan performa mesin potong rumput semi hybrid secara keseluruhan. Sistem penggerak menggunakan motor DC 500 Watt dengan tegangan kerja 24 Volt dan putaran maksimum 200 rpm. Motor DC dipilih karena memiliki efisiensi konversi energi listrik yang cukup baik, respon torsi yang cepat, konstruksi sederhana, serta mudah diintegrasikan dengan sistem baterai. Selain itu, motor DC mampu menghasilkan putaran yang stabil sehingga sesuai digunakan pada sistem penggerak roda mesin potong rumput.

Karakteristik motor DC yang memiliki putaran tinggi menyebabkan torsi awal relatif kecil. Oleh karena itu, digunakan sistem transmisi sproket dan rantai untuk meningkatkan torsi roda. Sistem transmisi menggunakan rasio sproket 1:4 yang berfungsi mereduksi putaran motor sehingga tenaga yang dihasilkan dapat diubah menjadi gaya dorong yang lebih besar. Penggunaan sistem reduksi ini sangat penting untuk meningkatkan kemampuan traksi roda pada berbagai kondisi medan operasional seperti rumput tebal dan medan miring.

Baterai 24 Volt 45 Ah digunakan sebagai sumber energi utama untuk menyuplai kebutuhan daya motor selama pengoperasian. Kapasitas baterai yang cukup besar memungkinkan sistem bekerja lebih stabil pada berbagai variasi beban. Selain itu, roda berdiameter 25 cm dipilih untuk memberikan keseimbangan antara kecepatan, kestabilan, dan kemampuan traksi lapangan. Diameter roda yang sesuai membantu sistem mempertahankan performa gerak tanpa membutuhkan torsi berlebih dari motor.

Secara keseluruhan, spesifikasi sistem penggerak roda menunjukkan bahwa desain alat lebih berorientasi pada kemampuan tenaga dorong dan kestabilan kerja dibandingkan kecepatan tinggi. Hal ini sesuai dengan kebutuhan mesin potong rumput lapangan yang lebih membutuhkan

kemampuan traksi dan daya dorong dibandingkan mobilitas berkecepatan tinggi.

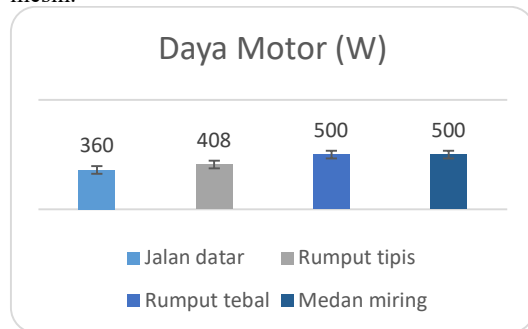
4.2 Kebutuhan Daya Motor terhadap Kondisi Medan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kebutuhan daya motor meningkat seiring bertambahnya hambatan operasional pada setiap kondisi medan. Pada kondisi jalan datar, motor hanya membutuhkan daya sebesar 360 Watt dengan arus 15 A. Kondisi ini menunjukkan bahwa hambatan rolling resistance relatif kecil sehingga motor dapat bekerja lebih efisien dan menghasilkan performa gerak yang optimal.

Pada kondisi rumput tipis, kebutuhan daya meningkat menjadi 408 Watt dengan arus sebesar 17 A. Peningkatan ini terjadi akibat adanya tambahan hambatan dari vegetasi yang menyebabkan motor membutuhkan energi lebih besar untuk mempertahankan putaran roda. Walaupun terjadi peningkatan beban, sistem masih mampu bekerja dengan stabil tanpa mengalami penurunan performa yang signifikan.

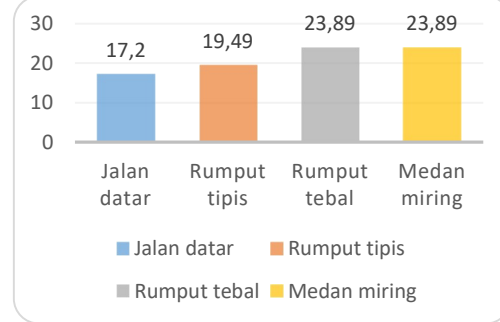
Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, kebutuhan daya motor mencapai batas maksimum yaitu 500 Watt dengan arus 20,83 A. Kondisi ini menunjukkan bahwa motor bekerja pada kapasitas tertinggi akibat meningkatnya resistansi vegetasi serta tambahan gaya gravitasi pada medan miring. Waktu tempuh yang semakin lama menunjukkan adanya penurunan performa akibat meningkatnya beban kerja sistem.

Secara keseluruhan, kebutuhan daya motor sangat dipengaruhi oleh kondisi medan operasional. Semakin besar hambatan yang diterima roda, maka semakin besar pula energi listrik yang dibutuhkan motor DC untuk mempertahankan performa kerja mesin.



Gambar 4. Grafik Daya Motor

4.3 Torsi Motor dan Efektivitas Sistem Transmisi



Gambar 5. Grafik Arus Motor

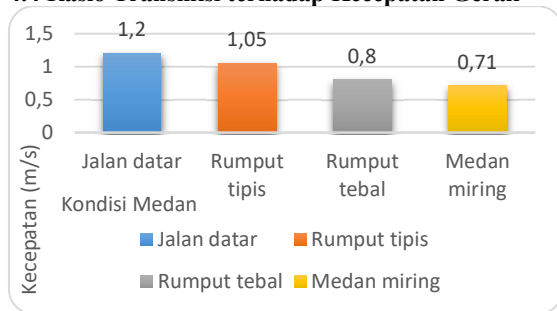
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa torsi motor meningkat seiring bertambahnya kebutuhan daya pada masing-masing kondisi medan operasional. Pada kondisi jalan datar, motor menghasilkan torsi sebesar 17,20 Nm karena hambatan sistem relatif kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa motor bekerja dalam keadaan ringan dan efisien.

Pada kondisi rumput tipis, torsi meningkat menjadi 19,49 Nm akibat adanya tambahan hambatan dari vegetasi. Peningkatan torsi diperlukan agar motor mampu mempertahankan kecepatan putaran roda selama pengoperasian. Hal ini menunjukkan bahwa hambatan lapangan sangat mempengaruhi kebutuhan gaya putar motor.

Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, torsi motor mencapai nilai maksimum sebesar 23,89 Nm. Nilai ini menunjukkan bahwa motor bekerja pada kapasitas penuh untuk menghadapi hambatan vegetasi padat dan gaya gravitasi pada lintasan miring. Sistem transmisi sproket dan rantai berperan penting dalam meningkatkan kemampuan dorong roda sehingga sistem tetap mampu bergerak secara stabil.

Peningkatan torsi melalui sistem reduksi putaran memberikan keuntungan berupa meningkatnya kemampuan traksi dan gaya dorong roda. Namun demikian, peningkatan torsi juga menyebabkan penurunan kecepatan roda dan akselerasi sistem. Kondisi ini masih dianggap sesuai karena mesin potong rumput lebih membutuhkan tenaga dorong dibandingkan kecepatan tinggi.

4.4 Rasio Transmisi terhadap Kecepatan Gerak



Gambar 6. Grafik Torsi Motor - Roda
 (Sumber: Diolah Peneliti, 2026)

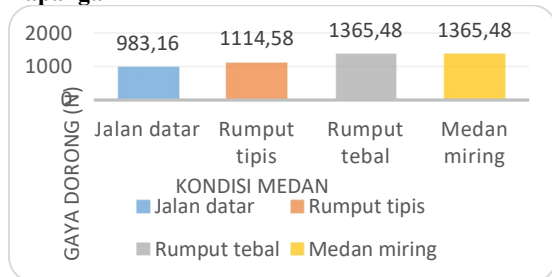
Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan gerak roda mengalami penurunan seiring meningkatnya hambatan medan operasional. Rasio transmisi 1:8,86 yang digunakan lebih berorientasi pada peningkatan torsi dibandingkan peningkatan kecepatan roda.

Pada kondisi jalan datar, kecepatan tertinggi diperoleh sebesar 1,20 m/s karena hambatan yang diterima roda relatif kecil. Pada kondisi rumput tipis, kecepatan menurun menjadi 1,05 m/s akibat adanya tambahan resistansi vegetasi.

Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, kecepatan menurun cukup signifikan masing-masing menjadi 0,80 m/s dan 0,71 m/s. Penurunan ini terjadi karena sebagian besar tenaga motor difokuskan untuk menghasilkan torsi dan gaya dorong yang lebih besar agar roda tetap mampu bergerak pada kondisi beban berat.

Meskipun terjadi penurunan kecepatan, kondisi ini memberikan keuntungan berupa meningkatnya stabilitas kerja, kemampuan traksi, dan keamanan operasional alat. Oleh karena itu, kompromi antara torsi dan kecepatan pada penelitian ini dinilai sudah sesuai dengan kebutuhan lapangan.

4.5 Gaya Dorong Roda terhadap Kinerja Lapangan



Gambar 7. Grafik Pengaruh Rasio -Torsi

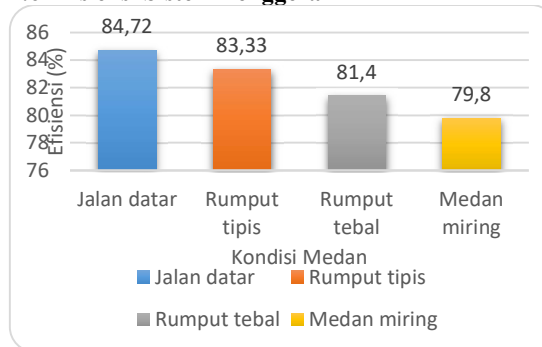
Gaya dorong roda merupakan indikator utama kemampuan mesin dalam menghadapi hambatan lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya dorong meningkat seiring bertambahnya torsi roda pada setiap kondisi medan operasional.

Pada kondisi jalan datar, gaya dorong sebesar 983,16 N sudah cukup untuk menggerakkan mesin secara stabil. Pada kondisi rumput tipis, gaya dorong meningkat menjadi 1.114,58 N akibat adanya tambahan hambatan vegetasi.

Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, gaya dorong mencapai nilai maksimum sebesar 1.365,48 N. Hal ini menunjukkan bahwa sistem transmisi bekerja efektif dalam mengubah tenaga motor menjadi gaya dorong yang besar sehingga roda tetap mampu bergerak pada kondisi beban berat.

Secara keseluruhan, peningkatan gaya dorong menunjukkan bahwa sistem transmisi mampu meningkatkan kemampuan traksi roda secara signifikan. Semakin besar gaya dorong yang dihasilkan, maka semakin baik kemampuan sistem dalam menghadapi hambatan lapangan.

4.6 Efisiensi Sistem Penggerak



Gambar 8. Grafik Kecepatan Gerak

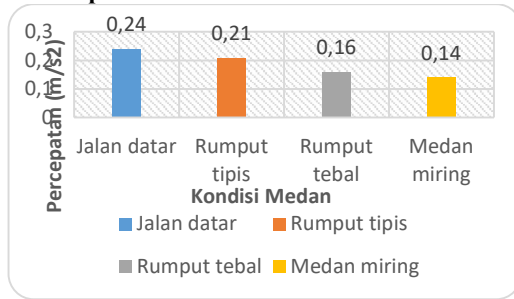
Efisiensi sistem penggerak menunjukkan kemampuan alat dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanis pada roda penggerak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi sistem mengalami penurunan seiring meningkatnya beban operasional dan hambatan medan.

Pada kondisi jalan datar, efisiensi sistem mencapai nilai tertinggi sebesar 84,72% karena hambatan operasional relatif kecil sehingga rugi-rugi energi masih minimum. Pada kondisi rumput tipis, efisiensi sedikit menurun menjadi 83,33% akibat adanya tambahan hambatan vegetasi.

Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, efisiensi sistem turun menjadi 81,40% dan 79,80%. Penurunan ini terjadi akibat meningkatnya rugi-rugi energi dalam bentuk panas motor, gesekan transmisi, dan hambatan permukaan medan.

Meskipun demikian, nilai efisiensi yang masih berada di atas 75% menunjukkan bahwa sistem penggerak roda masih tergolong cukup baik dan layak diaplikasikan pada mesin potong rumput semi hybrid.

4.7 Percepatan Sistem



Gambar 9. Grafik Percepatan Sistem

Percepatan sistem menunjukkan kemampuan awal mesin dalam merespons tenaga motor untuk bergerak dari kondisi diam menuju kecepatan kerja tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa percepatan sistem mengalami penurunan seiring meningkatnya hambatan medan operasional.

Pada kondisi jalan datar, percepatan tertinggi diperoleh sebesar 0,24 m/s² karena hambatan lintasan relatif kecil sehingga tenaga motor dapat dikonversi secara optimal menjadi gerak maju. Pada kondisi rumput tipis, percepatan menurun menjadi 0,21 m/s² akibat adanya tambahan hambatan vegetasi.

Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, percepatan turun menjadi 0,16 m/s² dan 0,14 m/s². Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar tenaga motor difokuskan untuk menghasilkan torsi dan gaya dorong yang lebih besar sehingga kemampuan akselerasi menjadi lebih rendah.

Meskipun percepatan sistem menurun pada kondisi beban tinggi, kondisi ini justru memberikan keuntungan berupa meningkatnya stabilitas gerak dan kemudahan pengendalian alat oleh operator. Oleh karena itu, nilai percepatan yang dihasilkan masih dianggap cukup baik untuk mendukung operasional mesin potong rumput semi hybrid secara stabil dan aman.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai rancang bangun sistem penggerak roda pada mesin potong rumput semi hybrid, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Kebutuhan daya dan torsi motor untuk menggerakkan roda pada mesin potong rumput semi hybrid dipengaruhi oleh kondisi medan operasional. Pada kondisi jalan datar, motor membutuhkan daya sebesar 360 Watt dengan torsi 17,20 Nm, sedangkan pada kondisi rumput tipis daya meningkat menjadi 408 Watt dengan torsi 19,49 Nm. Pada kondisi rumput tebal dan medan miring, motor bekerja pada kapasitas maksimum sebesar 500 Watt dengan torsi 23,89 Nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

motor DC 500 Watt dengan tegangan 24 Volt masih mampu menggerakkan roda secara stabil pada berbagai kondisi medan, namun pada kondisi beban berat sistem telah mencapai batas maksimum kerja motor.

b. Rasio transmisi sproket sebesar 1:8,86 berpengaruh terhadap peningkatan torsi roda dan penurunan kecepatan gerak roda. Sistem transmisi berhasil meningkatkan torsi roda dari 152,39 Nm pada jalan datar hingga 211,65 Nm pada rumput tebal dan medan miring. Sementara itu, kecepatan gerak roda mengalami penurunan dari 1,20 m/s pada jalan datar menjadi 0,71 m/s pada medan miring. Hasil ini menunjukkan bahwa rasio transmisi yang digunakan efektif dalam meningkatkan kemampuan traksi dan gaya dorong roda sehingga mesin tetap mampu bergerak stabil pada berbagai kondisi medan operasional.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem penggerak roda mesin potong rumput semi hybrid, yaitu sebagai berikut:

- Penggunaan motor DC dengan kapasitas daya yang lebih besar disarankan agar sistem memiliki cadangan tenaga yang lebih baik saat digunakan pada kondisi rumput tebal dan medan miring.
- Rasio transmisi perlu dioptimalkan kembali untuk memperoleh keseimbangan yang lebih baik antara torsi dan kecepatan gerak roda sehingga performa sistem dapat lebih maksimal pada berbagai kondisi medan.
- Material dan diameter poros roda perlu ditingkatkan agar mampu menahan torsi maksimum hasil transmisi secara lebih aman dan mengurangi risiko kegagalan mekanis saat pengoperasian.
- Penggunaan komponen transmisi dengan efisiensi mekanis yang lebih baik, seperti rantai, sproket, dan bearing berkualitas tinggi, disarankan untuk mengurangi rugi-rugi energi pada sistem penggerak roda.
- Penelitian lanjutan mengenai sistem kontrol otomatis dan manajemen energi baterai perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi, kestabilan, dan performa sistem semi hybrid secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Rahmanda, "Pengembangan Mesin Semi Hybrid untuk Pertanian," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 12, no. 3, pp. 45-52, 2023.

- [2] A. Rahman and E. D. Putra, "Integrasi Motor DC pada Mesin Potong Rumput Semi Hybrid," *Jurnal Mekatronika*, vol. 8, no. 2, pp. 30-38, 2023.
- [3] M. Ghofur, "Analisis Efisiensi Energi Mesin Pertanian Hybrid," *Jurnal Energi Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 12-20, 2023.
- [4] R. Asih, "Implementasi Sistem Semi Hybrid pada Mesin Pertanian Dual Fungsi," *Jurnal Teknologi Mesin*, vol. 10, no. 4, pp. 60-68, 2024.
- [5] K. Shan, "Pengendalian Motor Listrik Sensorless untuk Stabilitas Sistem Penggerak Roda," *Jurnal Kendali Otomatis*, vol. 7, no. 1, pp. 15-23, 2024.
- [6] T. Diniardi, "Desain Sistem Transmisi Rantai dan Sproket pada Mesin Semi Hybrid," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 40-48, 2021.