

PERANCANGAN SISTEM MEKATRONIKA PADA MESIN PEMOTONG RUMPUT MENGGUNAKAN *HYBRID ENERGY*

Aljufri^{1,*}, Abdul Rahman², Reza Putra³
^{1,2,3}Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe 24353
*Email koresponden: aljufri@unimal.ac.id

Diterima: 17 Juni 2022

Direvisi: 21 Juli 2022

Disetujui: 19 September 2022

ABSTRAK

Perancangan ini bertujuan untuk menerapkan teknologi mekatronika pada sebuah mesin pemotong rumput. Pengujian meliputi sumber energy, kemampuan transmisi dan perbandingan konsumsi energi dengan mesin konvensional. Desain mesin pemotong rumput ini menggunakan baterai dengan tegangan 12 volt kua Arus 7.2 Ah. Sistem kontrolnya dengan frekwensi 315 Mhz. Aktuator terdiri dari tiga yaitu, motor pemotong, motor penggerak transmisi dan servo motor. Pengisian baterai menggunakan hybrid sistem yaitu sel surya dengan kapasitas 10 wp dan charger listrik 72 Watt. Mesin dapat beroperasi tergantung dari daya yang dipakai dengan rentan waktu 50 menit sampai 75 menit sekali pengecasan. Waktu tercepat saat pengujian pada ketinggian rumput 20 mm dengan lama pengerjaan 6 menit 15 detik sedangkan waktu terlama pada ketinggian rumput 60 mm selama 11 menit 30 detik. Waktu pengisian baterai menggunakan sel surya terlama pada hari keempat selama 11 jam 43 menit, sedangkan waktu tercepat pada hari kelima selama 6 jam 42 menit. Untuk pengisian menggunakan charging lama pengisian 1 jam 12 menit. Mesin ini lebih efisiensi hingga 59.000 perbulan dengan parameter yang sama dengan mesin konvensional

Kata kunci: *Hybrid system, daya, waktu, Mesin konvensional*

ABSTRACT

This design aims to apply mechatronics technology to a lawn mower. The test includes energy source, transmission capability and comparison of energy consumption with conventional engines. This lawn mower design uses a battery with a voltage of 12 volts with a current of 7.2 Ah. The control system is with a frequency of 315 Mhz. Actuators consist of three namely, cutting motor, transmission drive motor and servo motor. Charging the battery uses a hybrid system, namely a solar cell with a capacity of 10 wp and an electric charger of 72 Watts. The engine can operate depending on the power used with a vulnerable time of 50 minutes to 75 minutes per charge. The fastest time when testing at a grass height of 20 mm with a work duration of 6 minutes 15 seconds while the longest time at a grass height of 60 mm for 11 minutes 30 seconds. The charging time of the battery using the longest solar cell on the fourth day for 11 hours and 43 minutes, while the fastest time on the fifth day is during for 6 hours and 42 minutes. For charging using charging a charging time of 1 hour 12 minutes. This machine is more efficient up to 59,000 per month with the same parameters as conventional machines

Keywords: *Hybrid system, power, time, conventional machinery*

PENDAHULUAN

Setiap peralatan yang mempunyai sifat Mekanika maupun elektrik sistem akan membutuhkan sebuah cakupan energi sebagai bahan utama kebutuhan sumber energi. Sumber energi terbagi atas 3 bentuk yaitu sumber energi terbarukan, sumber energi habis pakai dan sumber energi non-difliktif dimana ketiga sumber energi ini memiliki penyesuaian masing – masing.

(Bakar, 2014), Penggunaan Teknologi Mekatronika sangatlah luas hampir disegala aspek dan yang paling dekat ialah barang – barang bermesin yang sekarang ini banyak mengadopsi sistem teknologi Mekatronika seperti, Robotik, CNC, Printer dan lainnya. Dengan menggunakan Teknologi Mekatronika maka pekerjaan hanya menggunakan sentuhan kecil yang jauh lebih muda dari sistem konvensional seperti mesin bubut yang awalnya dikerjakan konvensional harus memiliki ketelitian yang besar membutuhkan waktu yang lumayan lama namun dengan menggunakan mesin bubut CNC pengerjaannya hanya menggunakan kode perintah setelah itu mesin akan bekerja sendiri tanpa campur tangan operator.

Sebelumnya ditahun (2016) Andika Suryadi, seorang mahasiswa asal Malang telah membuat sebuah mesin pemotong rumput yang menerapkan sistem Mekatronika didalamnya, mesin yang dia buat berasal dari mesin pemotong rumput yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber utama energi yang dimodifikasi dengan menerapkan tersebut memiliki kekurangan yaitu dari segi sumber energi utama yang masih menggunakan bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui.

sistem Mekatronika yang digunakan berupa sistem kontrol yang dibuat dengan *microkontroller* AT Mega 8. Penggunaan mesin pemotong rumput yang dibuat sangat bermanfaat mengingat sistem kontrol yang digunakan sudah merupakan *wireless* atau tanpa kontak langsung ke mesin. Namun produk yang dibuat oleh tersebut memiliki kekurangan yaitu dari segi sumber energi utama yang masih menggunakan bahan bakar fosil dimana kita tau bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Setelah mempelajari tentang beberapa hal kekurangan dari alat atau produk sebelumnya, maka dalam perancangan ini

dibuatlah sebuah mesin pemotong rumput yang diharapkan akan lebih baik dari mesin pemotong rumput sebelumnya, pada penelitian ini akan megadopsi sistem Mekatronika dan sumber energi yang ramah lingkungan, yaitu menggunakan teknologi *hybrid energy* . Teknologi ini memanfaatkan *hybrid energy* berupa listrik dari PLN dan energi dari sel surya.

Tujuan dari Perancangan ini: Mengetahui waktu yang dibutuhkan mesin pemotong rumput dengan sistem Mekatronika untuk bekerja berdasarkan luas wilayah dan membandingkannya dengan mesin konvensional, waktu pengisian baterai oleh *hybrid* sistem dan daya yang terpakai saat pemotongan ditinjau dari ketinggian rumput.

Sistem Mekatronika pada perancangan mesin pemotong rumput ialah dengan memasukkan sistem Mekatronika kedalam sebuah mesin pemotong rumput yang didesain sedemikian rupa sehingga menghasilkan pemodelan bentuk fisik sebuah mesin pemotong rumput yang lebih baik dari yang sebelumnya. Pemanfaatan sistem Mekatronika pada mesin pemotong rumput meliputi sumber energi utama, *kontrol* sistem, otomasi dan *motor kontrol* dimana penerapannya menggunakan teknologi yang lebih baik sehingga dalam segala aspek dapat tercakupi apa apa saja kekurangan – kekurangan yang terdapat pada mesin pemotong rumput sebelumnya yang sudah ada.

Struktur Mekatronika dapat dipilah menjadi 2 buah dunia yaitu dunia mekanika dan dunia elektronika. Di dunia mekanika terdapat mekanisme mesin sebagai objek yang dikendalikan. Di dunia elektronika terdapat beberapa elemen Mekatronika yaitu: sensor, kontroler, rangkaian penggerak, aktuator dan sumber energi. Elemen-elemen Mekatronika dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mekanisme mesin.

Mekanisme mesin adalah objek kendali yang bisa berupa lengan robot, mekanisme penggerak otomotif, generator pembangkit listrik dan lain sebagainya.

2. Sensor

Sensor adalah elemen yang bertugas memonitor keadaan objek yang dikendali. Sensor dilengkapi dengan rangkaian pengkondisi sinyal yang berfungsi memproses sinyal listrik menjadi sinyal yang mengandung informasi yang bisa dimanfaatkan.

3. Kontroler

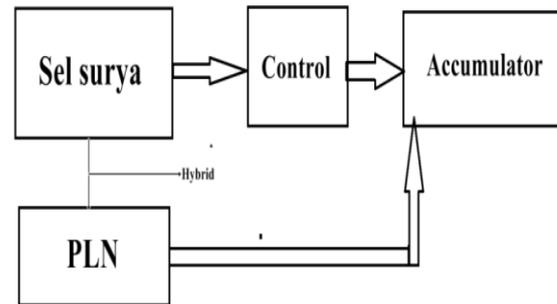
Kontroller adalah elemen yang mengambil keputusan apakah keadaan objek kendali telah sesuai dengan nilai referensi yang diinginkan, dan kemudian memproses informasi untuk menetapkan nilai komando guna merevisi keadaan objek kendali.

Sistem kontrol mesin pemotong rumput berfungsi sebagai perintah atau pengendali informasi yang diberikan operator kepada mesin untuk dapat bekerja baik itu untuk kendali maju, mundur, belok kiri, belok kanan maupun untuk berhenti memotong rumput. Perintah yang diberikan operator kepada pengirim sinyal (Transmitter) akan diterima oleh penerima sinyal (Receiver) yang kemudian di transfer ke masing masing *drive* lainnya. Sistem *Kontrol* menggunakan *type Receiver Transmitter* dimana *Receiver* merupakan penerima sinyal sedangkan *Transmitter* ialah sebagai pengirim sinyal. Modul kontrol yang terdiri dari beberapa *channel* mulai dari dua *channel* hingga puluhan *channel* tergantung keperluan. *Receiver Transmitter* terdiri dari dua buah modul yang masing masing memiliki peranan masing masing. *Receiver* ditempatkan di mekanisme mesin untuk menggerakkan Aktuator (Instrument, 2016). sedangkan *Transmitter* ditempatkan pada pengguna (driver). *Hybrid* sistem ialah teknologi yang mengkombinasikan dua atau lebih sumber utama. Sumber - sumber yang dikombinasikan baik itu sumber Energi maupun sumber tenaga akan membantu satu sama lain sehingga memperingan suatu unjuk kerja.

Penerapan teknologi *Hybrid* sistem dapat dilihat pada Penggunaan *dual* sumber Energi untuk menyuplai kebutuhan energi Baterai yaitu sel surya dan *Charging* listrik PLN. Parameter – parameter pada kedua sumber ini memiliki kesamaan walaupun dalam hal parameter aktualnya sedikit berbeda

Cara kerja teknologi *hybrid* pada mesin pemotong rumput ialah ketika mesin pemotong rumput yang Daya Baterai telah di isi menggunakan sumber listrik PLN digunakan maka otomatis Daya Baterai akan terus berkurang. Untuk *menghandle* Daya yang terus menerus berkurang maka disisipkan modul sel surya sebagai sumber energi *backup* dan akan

terputus jika Baterai sudah mencapai tingkat pengisian maksimum



Gambar 1. Skema cara kerja Teknologi hybrid

Parameter yang digunakan untuk menganalisa ialah unjuk kerja sel surya dan penchageran listrik.

1. Perencanaan Sel surya

Untuk menentukan jumlah unit pemakaian sel surya, maka digunakan persamaan. 1 :

$$n = \frac{Pa}{Ps} \quad (1)$$

Dengan proses *Charging* sel surya dalam sehari lebih dari satu jam maka persamaan, 1 diubah menjadi persamaan: 2 yang mengakomodir waktu (T) dimana:

$$n = \frac{Pa}{Ps \cdot T} \quad (2)$$

2. Proses *Charging* Listrik

Untuk menentukan lama Proses *Charging* Listrik maka digunakan persamaan 3 dimana :

$$T_a = \frac{Pa}{Ph} \quad (3)$$

3. Baterai

Untuk menentukan parameter pemakaian *Accumulalator* (Jr, 1994), maka digunakan persamaan 5:

$$T_w = \frac{Pa}{Pb} - \eta \quad (4)$$

b. Perhitungan besaran Daya baterai

$$I_a = \frac{P_a}{V_a} \quad (5)$$

Perbandingan Konsumsi Energi meliputi biaya pemakaian dalam rupiah, mesin yang menggunakan bahan bakar fosil dan mesin yang menggunakan bahan bakar listrik (Baterai). Bahan bakar fosil yang biasa digunakan ialah jenis bensin dan solar sedangkan bahan bakar listrik ialah sumber listrik dari PLN, namun untuk tariff dasar listrik yang ada cukuplah beragam mulai yang disubsidi hingga non-subsidi

Untuk mengetahui biaya konsumsi energi menggunakan persamaan, 6 :

$$B_h = \frac{P_a \cdot TDL}{1000} \quad (6)$$

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan maka spesifikasi utama mesin pemotong rumput harus diketahui diantaranya : material rangka terbuat dari baja karbon dengan massa total mesin sebesar 8 kg dan jenis ban (tire) tipe *off-road* dimana spesifikasi ini akan mempengaruhi kinerja motor sehingga daya yang terpakai akan tergantung dari pembebanan motor.

A. Perancangan sistem kontrol

Pada proses perancangan awal, sistem kontrol yang dipakai menggunakan frekwensi 27 Mhz, dimana frekwensi ini banyak dijual dipasaran karena pada umumnya frekwensi ini dipakai untuk mobil remot kontrol mainan, namun pada saat pengujian pertama sistem kontrol mengalami kegagalan operasi dimana *mainboard* yang terdapat didalam *receiver* mengalami *overheat*, *overheat* ini terjadi dikarenakan ketidak mampuan *receiver* terhadap beban dari mesin terutama beban transmisi



Gambar 2. Remot kontrol RF 315 Mhz

B. Setting Charger Controller

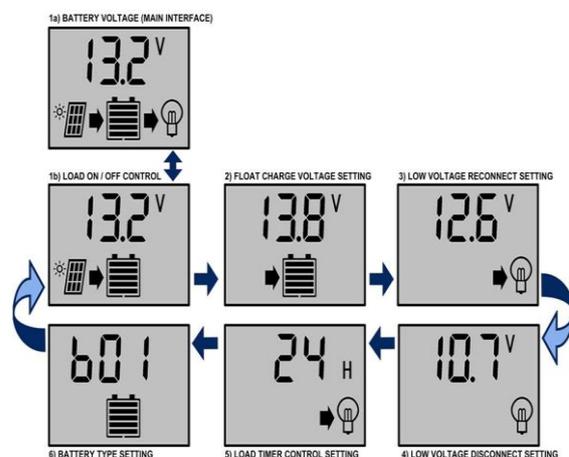
Untuk mengoptimalkan kinerja sel surya terhadap Baterai maka *charger controller* di *setting* sesuai prosedur standar operasional. Tampilan *interface* pada *charger controller* dapat dilihat pada Gambar. 3



Gambar 3. Fungsi *Charger control*

Prosedur standar operasional sebagai berikut :

1. Menghubungkan *Charger controller* ke Baterai 12 Volt
2. Menghubungkan sel surya ke *charger controller*
3. Menekan menu beberapa kali hingga menemukan setingan yang ingin diubah
4. Menekan dan menahan tombol Menu sekitar 3 detik sampai tampilan *display* berkedip
5. kemudian tekan tombol + atau - untuk menaikkan atau menurunkan nilai mengatur parameter angka secara standar saja atau *default* seperti Gambar. 4 Menekan menu sekali lagi untuk menyimpan dan keluar



Gambar 4. Standart default settingan *charger control*



Gambar 5. Mesin pemotong rumput dengan sistem transmisi *Pulley* dan *V-belt*

Sistem transmisi yang digunakan pada perancangan awal ialah menggunakan transmisi *Pulley* dan *V-belt*.

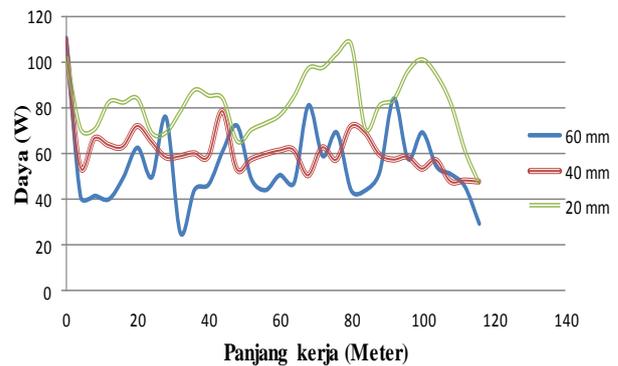
Spesifikasi transmisi :

<i>Pulley</i> penggerak	: 1.5 inci (3.81 mm)
<i>Pulley</i> digerakkan	: 3 inci (7,62 mm)
<i>V-belt</i>	: Type A-28
Jarak poros kemotor	: 20 mm
Putaran motor	: 240 Rpm
Putaran poros	: 120 Rpm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui torsi motor pemotong yang terjadi pada mesin harus lebih dahulu mengetahui besarnya daya yang terpakai saat mesin bekerja. Pada saat mesin bekerja di ketiga ketinggian Daya yang terpakai berbeda – beda hal ini dapat dilihat di panel *interface* Amper meter dengan luas wilayah dan kapasitas baterai yang sama. Arus yang keluar dari *interface* Amper meter diambil 30 sampel selama mesin bekerja. Sampel yang berjumlah 30 diambil secara acak dengan perkiraan setiap pengambilan sampel berjarak 5 meter, dimulai dari saat mesin pertama kali hidup dengan kondisi mesin maju kedepan. Nilai yang ditulis merupakan nilai terakhir yang tertera saat Amper meter bekerja dimana saat mesin melakukan *jump start*. Ke 30 sampel tersebut kemudian dibuat menjadi sebuah grafik, untuk mengetahui grafik daya pada mesin bekerja antar satu variasi ke variasi lainnya. Grafik perbandingan Daya yang bekerja pada mesin

dengan variasi ketinggian pemotongan yang berbeda.

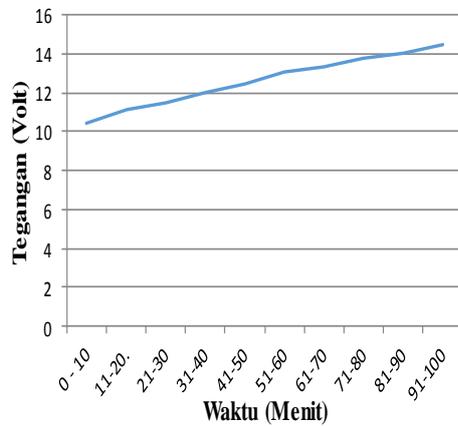


Gambar 6. Grafik.1 perbandingan beban Daya ketinggian pemotongan

Dari Grafik. 1, Nilai yang ditulis merupakan nilai terakhir yang tertera saat Ampermeter bekerja dimana saat mesin melakukan *jump start*. Dari gambar 4. kontur grafik menjelaskan bahwa Daya terbesar yang terpakai disaat ketika start awal mesin bekerja, hal ini disebabkan oleh lompatan Daya yang besar ketika motor pertama kali dihidupkan. Sedangkan untuk Daya yang terpakai dari ketiga ketinggian rumput yang digunakan pada pengujian pemotongan terjadi pada ketinggian 20 mm, hal ini disebabkan struktur rumput yang keras dan terletak pada bagian permukaan tanah, untuk ini dibutuhkan daya yang tinggi agar putaran mata potong lebih kencang sehingga daya diserap oleh mesin lebih besar dan konsumsi energi lebih tinggi Daya yang terpakai oleh motor pemotong pada saat mesin maju, dari daya yang dipakai motor pemotong dapat diketahui besarnya torsi motor saat memotong rumput, karena Daya yang terpakai tidak konstan maka torsi yang dihasilkan motor akan berbeda mengikuti Daya dan ketinggian variasi rumput, dapat dijelaskan bahwa daya berbanding linier dengan dengan torsi dimana semakin besar daya yang terpakai maka semakin besar pula torsi yang dihasilkan oleh motor pemotong.

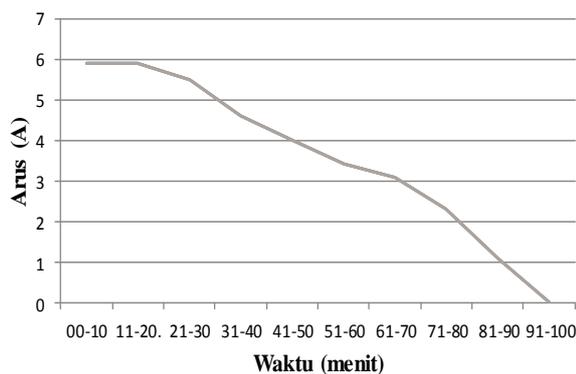
Dalam Proses *Charging* Baterai ini parameter yang digunakan ialah waktu yang diperlukan oleh *Charging* untuk dapat mengisi penuh Baterai dengan tinjauan Daya yang dihasilkan oleh *Charging* listrik dan Daya spesifikasi Baterai. pada saat pengisian baterai menggunakan *Charging hybrid* Arus yang

masuk sebesar 5.9 Amper dan terus menurun hingga ke titik 0 Amper. Sebaliknya untuk tegangan pada baterai mengalami kenaikan hingga 14.44 Volt pada kondisi penuh. Grafik tegangan pada proses *Charging* Baterai dapat dilihat pada Gambar. 7



Gambar 7. Kenaikan tegangan pada proses *Charging* Baterai

Dari Grafik diatas dapat dijelaskan bahwa tegangan mengalami kenaikan hingga mencapai titik tertinggi yaitu pada tegangan 14.4 Volt. Baterai saat dilakukan pengisian berada pada kondisi tegangan 10.44 Volt. Sedangkan untuk proses arus yang masuk ke baterai seperti terlihat pada gambar, 8.

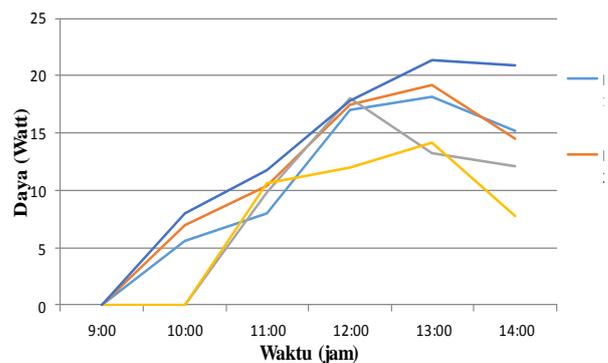


Gambar 8. Penurunan Arus pada proses *Charging* Baterai

Dari Grafik diatas dapat dijelaskan bahwa Arus yang masuk pada baterai akan mengalami penurunan hingga mencapai titik 0 Amper, hal ini dikarenakan baterai yang semakin lama digunakan maka arusnya semakin berkurang dan menuju titik nol.

Berbeda halnya dengan *Charging* menggunakan sel surya, Pengisian menggunakan *Charging* Listrik ini tidak terpengaruh terhadap cuaca dan zona waktu, Pengecasan menggunakan *Charging* Listrik hanya memanfaatkan sumber listrik yang disuplai oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai sumber utamanya.

Kondisi pengecasan atau pengisian Baterai memakai panel surya 10 Watt. peak dengan tegangan 12 Volt sedangkan untuk Arus yang dihasilkan dapat berubah ubah sesuai kondisi sinar matahari, dengan kondisi Arus yang berubah – ubah maka daya yang dihasilkan juga akan berubah – ubah karena Daya yang keluar ialah hasil perkalian antara tegangan (Volt) dengan kuat Arus (Amper), Pengamatan dilakukan menggunakan sebuah komponen alat yang bernama Amper meter untuk mengamati kenaikan Amper yang dikeluarkan oleh sel surya dan untuk mengamati tegangan pada baterai digunakan Voltmeter. Untuk kenaikan tegangan dan Amper dapat dilihat pada gambar: 9



Gambar 9. Grafik perbandingan pengisian baterai dengan sel surya

Dari kontur grafik diatas, dapat dijelaskan bahwa proses pengisian yang menggunakan sel surya tidaklah konstan dari hari ke hari. Terlihat bahwa Grafik kenaikan dan penurunan Daya yang dikeluarkan oleh sel surya terjadi dalam lima kali pengamatan, dimana hari ke 1 (H1) sampai ke 5 (H5) dijam 09:00 hingga jam 10:00 tidak ada Daya yang disuplai oleh sel surya bahkan pada saat pengamatan dihari ke 3 dan 4 sel surya tidak menyuplai Daya hingga jam 11:00 hal ini dikarenakan cuaca yang tidak menentu. dan dengan pengamatan sebanyak lima kali didapat

Daya terbesar yang disuplai oleh sel surya terjadi pada pengisian dihari kelima dimana waktu yang tertinggi terjadi pada jam 13:00 hingga 14:00 dengan tegangan yang disuplai sebesar 17.65 Volt dengan kuat Arus 1.21 Amper dengan Daya sebesar 21.35 Watt.

KESIMPULAN

Dalam perancangan sistem mekatronika pada mesin pemotong rumput menggunakan *heybrid energy* didapat beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Torsi yang dihasilkan oleh mesin saat bekerja terdiri dari torsi motor transmisi sebesar 2.42 N.m dan torsi terbesar motor pemotong sebesar 0.26 N.m, untuk Waktu tercepat saat pengujian dengan ketinggian rumput 20 mm dengan lama pengerjaan 6 menit 15 detik sedangkan waktu terlama pada ketinggian rumput 60 mm selama 11 menit 30 detik
2. Waktu pengisian baterai menggunakan sel surya terlama pada hari keempat selama 11 jam 43 menit, sedangkan waktu tercepat pada hari kelima selama 6 jam 42 menit. Untuk pengisian menggunakan *charger* listrik lama pengisian 1 jam 12 menit.
3. Sedangkan penggunaan Daya terbesar saat pemotongan terjadi pada rumput dengan ketinggian 20 mm sebesar 81.72 Watt, sedangkan Daya terkecil terjadi pada pemotongan rumput dengan ketinggian 60 mm sebesar 54.96 Watt

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih kepada Ketua Prodi Teknik Mesin UNIMAL beserta kepala Laboratorium dan Rekan-rekan Mahasiswa yang telah banyak membantu proses penelitian ini hingga selesai dan Spesial Thanks to: seluruh Panitia SEMNAS UMJ 2022. Semoga terus Berjaya & sukses selalu

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, S. (2016). *Alat Pemotong Rumput Microcontroller AT Mega 8*. Malang: Politeknik Malang.
- Bakar, A. (2014). *Bahan Ajar Mekatronika*. Lhokseumawe: Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Groover, M. P. (2009). *Fundamentals of Modern Manufacturing 4th*. USA: John Wiley&Sons.
- Janaloka. (2018). *Fungsi Solar Cell pada sistem panel surya*. Retrieved Februari 25, 2018, from Janaloka.com:<https://janaloka.com/emilih-controller-untuk-sistem-panel-surya>
- Kho, D. (2018). *Pengertian Relay dan Fungsinya*. Retrieved Februari 25, 2018, from [teknikelektronika.com:https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/](https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/)
- Paijo. (2007). *Pemotong umpot*. Retrieved Februari 2018, from <https://paijo1965.wordpress.com/2007/02/06/pemotong-rumput/>
- Surhayatun, S. (2002). *Mekanisme Pemotong Rumput Dengan Menggunakan Pisau Pemotong Rumput Tipe Rotary*. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Umar. (2016). Perancangan Mesin Listrik Pemotong Rumput dengan Energy Akumulator. *Jurnal Teknik Elektro* , Vol2 No.2.

