

Update Sepeda Biasa Menjadi Sepeda Listrik Menggunakan Arduino Untuk Monitoring Kapasitas Baterai

Muhammad Rama Saputra¹, Endah Fitriani², Nina Paramytha³, Tamsir Ariyadi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma Palembang

e-mail: ramasaputra1403@gmail.com¹, endahfitriani@binadarma.ac.id²,
ninaparamitha@binadarma.ac.id³, tamsirariyadi@binadarma.ac.id⁴

Abstrak

Sepeda listrik merupakan kendaraan ramah lingkungan dan efisien yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya. Untuk mengubah energi listrik tersebut menjadi energi gerak, dibutuhkan motor listrik atau sering disebut dinamo listrik. Keunggulan sepeda listrik yaitu ringan berakselerasi, kecepatan yang lebih tinggi, dan jarak mengayuh yang lebih panjang. Namun beresiko terhadap perubahan perilaku bersepeda, terutama kecepatan aman bersepeda. Tujuan penelitian ini yakni membuat sepeda biasa menjadi sepeda listrik dengan menggunakan sistem arduino untuk monitoring kapasitas baterai, dapat digunakan sebagai kendaraan dalam melakukan aktifitas sehari-hari yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Pada proses perencanaan pembuatan alat ini yaitu berupa perencanaan hardware dan software (bahasa pemrograman), seperti komponen, pemasangan komponen, dan pengujian alat. Proses perancangan alat bertujuan untuk pada saat pembuatan alat dapat berjalan dengan baik sehingga hasil akhir sesuai dengan yang diinginkan. Proses pemasangan alat meliputi overview pengujian, data pengujian hasil pembacaan Sensor Infrared, sensor ACS712 dan fungsi responsif terhadap hasil pembacaan sensor serta analisa pada keseluruhan fungsi dan kinerja. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja dari perangkat yang dibuat apakah telah sesuai dengan perencanaan awal. Hasil penelitian ini adalah Peningkatan konsumsi daya listrik dari baterai ke motor berbanding lurus dengan peningkatan RPM motor, yang artinya semakin cepat dan semakin tinggi nilai RPM motor maka semakin besar juga daya atau kapasitas baterai yang diperlukan pada penggunaan sepeda listrik. Dari kegiatan penelitian yang dilakukan terkait Pengaruh kecepatan RPM dengan beban dan tanpa beban sangat mempengaruhi tingkat kecepatan putaran RPM pada sepeda listrik. Semakin beratnya beban maka kecepatan putaran RPM akan menurun, sebaliknya jika tanpa menggunakan beban maka pengaruh kecepatan putaran pada RPM ke sepeda motor listrik maka semakin meningkat atau cepat.

Kata kunci: *Sepeda Listrik, Arduino, Monitoring Kapasitas Baterai.*

Abstract

Electric bicycles are an environmentally friendly and efficient transportation alternative for daily commuting. Electric bicycles use electricity as their power source. Electrical energy is used to be converted into motion energy. To convert electrical energy into motion energy, an electric motor or often called an electric dynamo is needed. This electric dynamo is the engine core or main driver of an electric bicycle. The advantages of electric bicycles are easy acceleration, higher speed and longer pedaling distance. However, there is a risk of changing cycling behavior, especially safe cycling speeds. The aim of this research is to make an ordinary bicycle into an electric bicycle using an Arduino system for monitoring battery capacity, so that it can be used as a means of transportation for people to carry out daily activities in a more environmentally friendly and cost-effective manner. The planning process for making this tool is in the form of planning hardware and software (programming language), such as components, component installation, and tool testing. The tool design process aims to ensure that when making the tool it can run well so that the final result is as desired. The tool installation process includes a test overview, test data from infrared sensor readings, ACS712 sensors and responsive functions to sensor reading results as well as analysis of overall function and performance. This test is carried out to determine whether the work of the device being made is in accordance with the initial planning. The results of this research are that the increase in electrical power consumption from the battery to the motorbike is directly proportional to the increase in motor RPM, which means that the faster and higher the motor RPM value, the greater the power or battery capacity required or required when using an electric bicycle. From the research activities carried out regarding the influence of RPM speed with load and without load, it greatly influences the level of RPM rotation speed on electric motorbikes. The heavier the load, the RPM rotation speed will decrease, conversely, if you don't use a load, the influence of rotation speed on the RPM of an electric motorbike will increase or become faster.

Keyword: *Electric Bicycles, Arduino, Battery Capacity Monitoring.*

PENDAHULUAN

Semakin majunya teknologi, maka juga mempengaruhi meningkatnya biaya bahan bakar minyak dan polusi udara yang tidak baik bagi kesehatan. Sepeda listrik memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya. Energi listrik digunakan untuk diubah menjadi energi gerak. Dinamo Listrik dan baterai menjadi penggerak utama pada sepeda listrik. Keunggulan sepeda listrik yaitu ringan berakselerasi, kecepatan yang lebih tinggi, dan jarak mengayuh yang lebih panjang. Namun beresiko terhadap perubahan perilaku bersepeda, terutama kecepatan aman bersepeda. Pada sistem mekanik sepeda listrik menggunakan Arduino.

Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Tianur., et al., 2023) dengan judul "*Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Motor DC Brushless*", penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat bantu yang dapat mengubah sepeda biasa menjadi sepeda listrik. Alat ini menggunakan baterai sebagai sumber energinya dan memiliki

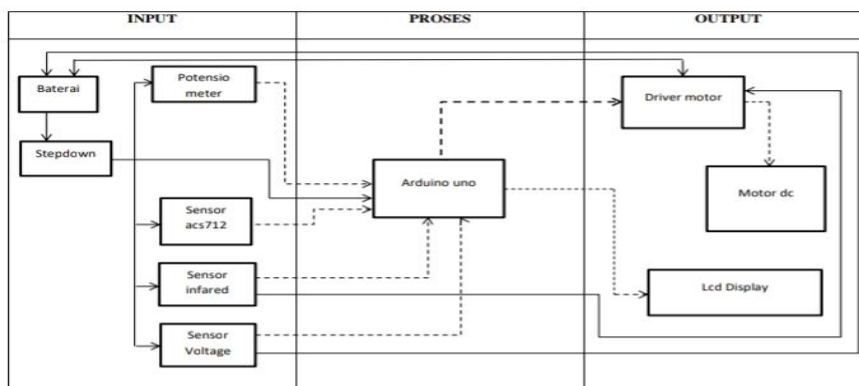
pengatur kecepatan yang diletakan pada stang sepeda. Disaat pengguna sepeda memutar throtle gas pada stang sepeda maka motor brushless yang berada dibagian bawah dekat pedal sepeda yang menempel di ban belakang akan menerima sinyal Dan motor brushless menggerakkan roda belakang sepeda. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Suhendro and Harsono, 2019) yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Kendali Sepeda Listrik Berbasis Arduino*” dengan tujuan penelitian yakni merancang dan membangun sistem kendali dengan menggunakan prinsip PWM untuk mengatur kecepatan putaran motor dan sistem keselamatan pada sepeda listrik. Hasil dari penelitian ini dalam kondisi bebas hambatan, sepeda listrik dapat melaju dengan rata-rata maksimal kecepatan 28 km/jam. Kecepatan sepeda listrik yang dipengaruhi oleh gelombang ultrasonik depan sensor dengan kecepatan tinggi pada jarak masing-masing 3 meter, 2 meter dan 1 meter; 20.6 km/jam; 15,5 km/jam; dan 5 km/jam.

METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dengan perancangan perangkat keras, yang diawali dengan pembuatan blok sistem secara keseluruhan, kemudian dilakukan penggambaran perblok agar lebih mudah dipahami.

1. Blog Diagram

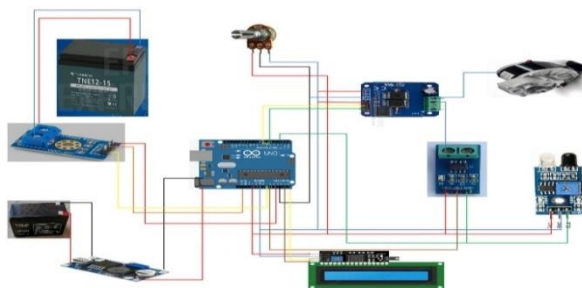
Rancang bangun alat menggunakan sistem arduino sebagai pengaur kecepatan pada rakitan sepeda listrik dibuat dengan tahapan masukan (*input*), proses, sampai keluaran (*output*). Berikut rancang bangun alat dalam tampilan blok diagram:



Gambar 1 Blok Diagram

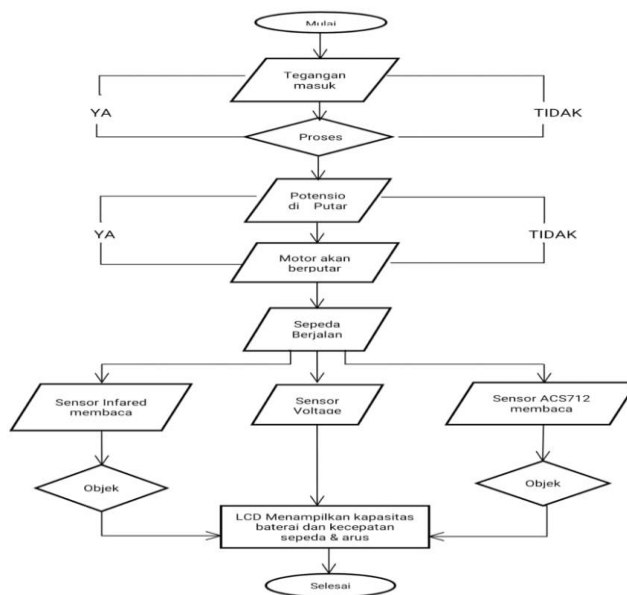
2. Rangkaian Skematik

Rancang bangun alat juga membutuhkan rangkaian skematik yang terperinci dan jelas untuk saling terhubung dengan perangkat *hardware*. Adapun rangkaian skematik penelitian dari rancang bangun alat yakni:



Gambar 2 Rangkaian Skematik Alat

3. Flowchart



Gambar 3 Flowchart

4. Baterai

Baterai atau aki yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap jarak tempuh sepeda listrik, makin besar daya yang dimiliki baterai maka makin jauh daya jangkauan yang mampu ditempuh oleh sepeda listrik. Dimana pengisian pada baterai hanya membutuhkan waktu kurang lebih 4 jam hingga baterai terisi penuh (Siburian and Bahriun, 2015).



Gambar 4 Baterai

5. Modul Stepdown

Modul stepdown merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penurun tegangan DC ke DC (*converter DC-to-DC* atau *Choppers*) dengan metode *switching* (peralihan) agar tegangan menjadi lebih rendah (Buntulayuk, Samman and Yusran, 2018).



Gambar 5 Modul Stepdown LM2596

6. Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika ataupun kebutuhan pemakainya (Almanda and Yusuf, 2017).



Gambar 6 Potensiometer

7. Sensor Infrared

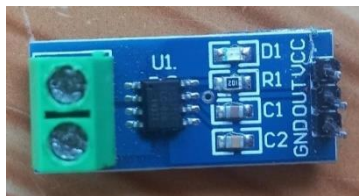
Sensor Infrared adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda ketika cahaya infra merah terhalang oleh benda. Sensor infrared terdiri dari led infrared sebagai pemancar dan fototransistor sebagai penerima cahaya infrared merah. Led infrared sebagian pemancar cahaya infra merah merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode Infrared* yang terbuat dari bahan Galiun Arsenida (GaAs) dapat memancarkan cahaya infra merah dan radiasi panas saat diberi energi Listrik (Putra and Murdiyat, 2020).



Gambar 2.7 Sensor Infrared

8. Sensor ACS712

Sensor Arus ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif kotnersi dan sistem-sistem komunikasi Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih (Ratnasari and Senen, 2017).



Gambar 8 Sensor ACS712

9. Sensor Voltage

Sensor Voltage merupakan alat yang bermanfaat untuk mendeteksi dan mengukur tegangan. Selain itu juga, sensor voltage digunakan karena dilengkapi dengan terminal baut sehingga pemasangan kabel menjadi lebih mudah dan aman, dan memiliki prinsip kerja *Resistive Divider* yaitu membuat tegangan yang akan dideteksi berkurang 5 kali lipat. Oleh karena itu, pada alat yang akan dibuat sensor ini berfungsi sebagai alat pembacaan tegangan pada baterai sepeda listrik (Pramanda and Aswardi, 2020).



Gambar 9 Sensor Voltage

10. Arduino Uno

Arduino uno adalah jenis suatu papan (board) dengan berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang di lengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain (Pramanda and Aswardi, 2020).



Gambar 10 Arduino uno

11. Pulse Width Modulation (PWM)

Pada dasarnya PWM biasanya digunakan untuk telekomunikasi (modulasi data), penguat (*amplifier*), pengatur daya dan juga sebagai regulator tegangan. (Suhendra *et al.*, 2018).



Gambar 11 Modul PWM

12. LCD 20x4 dengan Modul I²C

LCD 20x4 yang di lengkapi dengan I²C memiliki 4 pin. Pin pertama yaitu Vcc yang berfungsi menerima tegangan input yang berasal dari Arduino uno. Pin ini dihubungkan dengan pin output 5v, yang terdapat pada arduino uno. Pin kedua yaitu GND yang berfungsi sebagai kutub negative (-) sehingga Vcc yang teraliri listrik positif (+) dapat bekerja. Pin tersebut akan dihubungkan dengan pin GND pada arduino uno. Pin ketiga adalah SDA yang berfungsi untuk jalur data sedangkan pin keempat adalah SCL yang berfungsi sebagai jalur yang mensinkronkan pengiriman data pada jalur I²C (Noventra, L. J. & Lim, R. 2020).



Gambar 12 LCD 20x4 dengan modul I²C

13. Motor DC

Motor DC dapat mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumpuran medan untuk diubah menjadi gerak mekanik.



Gambar 13 Motor DC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai proses perakitan, hasil uji coba dan pembahasan hasil kinerja perangkat yang telah dibuat.

Tahapan Perakitan dan Instalasi Perangkat Keras

Perangkat ini akan memiliki beberapa buah komponen utama yaitu Mikrokontroler Arduino UNO, Sensor Infrared, sensor ACS712 dan sensor DC Voltage di dalam rangkaian utamanya. Komponen mikrokontroler Arduino UNO pada perangkat ini memiliki fungsi sebagai mikrokontroler utama yang akan memproses seluruh data yang masuk serta mengolah data tersebut dan memberikan keluaran berupa kondisi yang telah ditentukan.

Selain itu, perangkat ini juga dapat melakukan pembacaan terhadap ketiga nilai variabel yaitu Tegangan, Arus dan Daya dari baterai. Sehingga nantinya dapat diketahui berapa nilai tegangan, nilai arus yang terpakai dan total daya yang dipakai saat itu.



Gambar 14 Hasil Implementasi Mekanik ke Perangkat

Pada gambar 3.1 di atas dapat dilihat hasil implementasi dari sensor ke mekanik yang telah dibuat. Dapat dilihat bahwa tiap-tiap sensor dan komponen telah diletakkan pada posisinya di dalam kotak yang telah dibuat.

Tahapan Pengujian

Uji Pengukuran Tegangan Kerja Perangkat

Uji Pengukuran terhadap tegangan kerja perangkat keras dilakukan untuk melihat apakah tegangan yang dipakai untuk tiap-tiap komponen telah sesuai dengan tegangan kerja dari komponen tersebut atau tidak. Tabel berikut ini merupakan hasil pengujian tersebut:

Tabel 1 Hasil Uji Coba Penggunaan Komponen

No	Titik Uji	Acuan	Keterangan	Hasil Uji	Rerata	%Error
1	Baterai	12V	Output VDC	12.8V	12.74V	6.16%
			Output VDC	12.7V		
			Output VDC	12.8V		
			Output VDC	12.7V		
			Output VDC	12.7V		
2	Stepdwon LM2596	12V	Input LM2596	12.8V	12.74V	6.16%
			Input LM2596	12.7V		
			Input LM2596	12.8V		
			Input LM2596	12.7V		
		5V	Output	5V	5.08V	1.6%
			Output LM2596	5.1V		
			Output LM2596	5V		
3	Arduino UNO	5V	VIN Arduino UNO	5V	5.02V	0.4%
				5.1V		

				5V		
				5V		
				5V		
				4.9V		
4	LCD I2C	5V	VIN LCD I2C	5V	4.92V	1.6%
				5V		
				4.8V		
				4.9V		
				5V		
5	Sensor ACS712	5V	VIN ACS712	5.1V	5.08V	1.6%
				5.2V		
				5.1V		
				5V		
				5V		
6	Sensor Infrared	5V	VIN Sensor Infrared	4.9V	4.92V	1.6%
				4.8V		
				4.9V		
				5V		
				4.9V		
7	DC Voltage Sensor	5V	VIN DC Voltage Sensor	4.8V	4.88V	2.4%
				4.8V		
				4.9V		
				5V		

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa tiap-tiap titik uji memiliki hasil pengujian yang berbeda. Sumber daya utama yang digunakan adalah dari Aki dengan besaran tegangan yaitu 12V dengan Listrik arus DC (*Direct Current*). Tegangan DC 12V inilah yang akan masuk ke dalam komponen Stepdown DC to DC Converter untuk kemudian diturunkan lagi nilainya menjadi 5V.

Pengujian Sensor Infrared

Uji fungsional pada sensor Infrarens dilakukan untuk menguji kemampuan sensor dalam mendeteksi objek yang mana dalam hal ini adalah roda yang berputar. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil Uji Coba Penggunaan Sensor *Infrared*

No	Jarak Objek	Respon Sensor	Logic Sensor
1	1cm	Valid	1
2	2cm	Valid	1
3	3cm	Valid	1
4	4cm	Valid	1
5	5cm	Valid	1

6	6cm	Valid	1
7	7cm	Valid	1
8	8cm	Valid	1
9	9cm	Valid	1
10	10cm	Valid	1

Pada hasil uji coba penggunaan Sensor Infrared di atas dapat diketahui bahwa sensor yang dipakai dapat mendeteksi objek dengan jarak yang telah ditentukan yaitu interval 1cm sampai 10cm. Hal ini berarti sensor dapat diletakkan hingga jarak 10cm dari posisi ring sepeda untuk menghindari sensor terkena bagian ban saat sepeda sedang berjalan.

Pengujian Sensor ACS712 & Sensor Voltage

Pada uji coba ini akan dilakukan pengujian pada input masuk tegangan ke mikrokontroler dan sensor tanpa adanya koneksi ke motor DC. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali uji coba dengan pembagian yaitu 5 buah uji coba terhadap sensor ACS712 untuk membaca nilai tegangan dan 5 buah uji coba terhadap sensor DC Voltage untuk membaca nilai tegangan. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 3 Hasil Uji Coba Penggunaan Sensor

No	Arus AVO Meter	Voltase AVO Meter	Respon Sensor		% Selisih
			Voltase	Arus	
1	0.155	-	-	0.121	21.9%
2	0.189	-	-	0.134	29.1%
3	0.034	-	-	0.042	23.5%
4	0.050	-	-	0.042	16%
5	0.097	-	-	0.095	2%
6	-	4.55	4.68	-	2.85%
7	-	4.20	4.62	-	10%
8	-	4.74	4.94	-	4.21%
9	-	4.69	5.55	-	18.3%
10	-	4.76	5.44	-	14.28%

Pada pengujian tabel 3 Dari hasil tabel tersebut dapat dilihat bahwa ada selisih yang lumayan seperti pada pengukuran kedua di variabel arus, selisih yang didapatkan mencapai 29.1% antara nilai yang didapat dari Avo Meter dengan nilai yang didapat dari pembacaan sensor ACS712. Kemudian, untuk pengukuran variabel tegangan juga mengalami selisih hasil pengukuran meskipun tidak setinggi pada variabel arus. Persen error tertinggi didapatkan pada pengukuran keempat pada variabel tegangan dengan nilai persen mencapai 18.3%.

Pengujian Keseluruhan Perangkat

Perangkat akan diuji coba langsung dengan menghidupkan motor DC sebagai penggerak utama dari sepeda Listrik yang dibuat. Sepeda Listrik akan diuji coba kecepatannya dengan menggunakan dua buah kondisi yaitu kondisi tanpa beban di atas sepeda dan kondisi dengan menempatkan beban sebesar 30-54Kg di atas sepeda. Hasil pengamatan pada tabel 4.4 merupakan pengamatan terhadap kecepatan sepeda listrik tanpa beban.

Tabel 4 Pengamatan Kecepatan Putaran Roda menggunakan Sensor Infrared

Kecepatan Sepeda Tanpa Beban	
Pengujian Ke -	Kecepatan (KM/jam)
1	31.3
2	31.3
3	31.2
4	31.2
5	31.2
6	31.3
7	31.3
8	31.2
9	31.2
10	31.2
Rerata	31.24

Tabel 4 adalah hasil pengamatan kecepatan sepeda Listrik dalam berjalan tanpa ada beban diletakkan di atasnya, dapat dilihat bahwa kecepatan rata-ratanya ada di kecepatan 31.24Km. Sepeda dapat berjalan dengan baik dalam kondisi ini dan baik motor DC maupun Driver motornya tidak mengalami panas berlebih saat sepeda sedang berjalan.

Tabel 5 Pengamatan Kecepatan Putaran Roda menggunakan Sensor Infrared

Kecepatan Sepeda Dengan Beban (30-54Kg)	
Pengujian Ke -	Kecepatan (KM/jam)
1	26.8
2	27.9
3	28
4	27.3

5	27
6	27.5
7	27.6
8	28
9	27.3
10	27
Rerata	27.44

Tabel 5 adalah hasil pengamatan kecepatan sepeda Listrik dalam berjalan dengan adanya beban diletakkan di atasnya, beban yang dipakai yaitu seberat 30-54Kg dan dapat dilihat bahwa kecepatan rata-ratanya ada di kecepatan 27.44Km. Sepeda dapat berjalan dengan baik dalam kondisi ini dan motor DC dapat berfungsi juga dengan baik, akan tetapi Driver motornya mengalami panas berlebih saat sepeda sedang berjalan, hal ini dapat terjadi karena ada peningkatan beban sebesar 30-54Kg yang harus diangkut oleh sepeda sehingga Motor DC memerlukan daya yang lebih besar daripada saat sepeda berjalan tanpa beban di atasnya.

Tabel 6 Perbandingan Uji Sensor Berbanding RPM Motor

No	Tingkat Kecepatan (%)	Volt Baterai	RPM Motor	Voltase ukur	Arus Ukur	Daya Ukur
1	10	11.80	66	11.84	2.32	27.46
2	20	11.80	75	11.92	2.38	28.36
3	30	11.80	99	12.01	2.44	29.30
4	40	11.81	112	12.04	2.49	29.97
5	50	11.82	120	12.09	2.51	30.34
6	60	11.94	125	12.11	2.55	30.88
7	70	12.10	128	12.38	2.76	34.16
8	80	12.14	130	12.42	2.81	34.90
9	90	12.15	132	12.43	2.86	35.54
10	100	12.18	136	12.45	2.94	36.60

Tabel 6 dapat dilihat bahwa peningkatan konsumsi daya Listrik dari baterai ke motor berbanding lurus dengan peningkatan RPM motor, yang artinya semakin cepat dan semakin tinggi nilai RPM motor maka semakin besar juga daya yang dipakai dari baterai. Hal ini terbukti yaitu pada pengukuran pertama saat RPM motor bernilai 66RPM maka daya Listrik yang dipakai yaitu sebesar 27.46Watt dan saat pengukuran kesepuluh saat RPM motor bernilai 136RPM maka daya Listrik yang dipakai yaitu sebesar 36.60Watt.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan tentang *“Update Sepeda Biasa Menjadi Sepeda Listrik Menggunakan Arduino Untuk Monitoring Kapasitas Baterai”* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Peningkatan konsumsi daya listrik dari baterai ke motor berbanding lurus dengan

peningkatan RPM motor, yang artinya semakin cepat dan semakin tinggi nilai RPM motor maka semakin besar juga daya atau kapasitas baterai yang diperlukan atau dibutuhkan pada penggunaan sepeda listrik.

2. Dari kegiatan penelitian yang dilakukan terkait Pengaruh kecepatan RPM dengan beban dan tanpa beban sangat mempengaruhi tingkat kecepatan putaran RPM pada sepeda motor listrik. Semakin beratnya beban maka kecepatan putaran RPM akan menurun, sebaliknya jika tanpa menggunakan beban maka pengaruh kecepatan putaran pada RPM ke sepeda motor listrik maka semakin meningkat atau cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawarman, D., Zebua, O. and Hakim, L. (2016) '*Rancang Bangun Alat Ukur Arus Menggunakan Transformator Arus Berbasis Mikrokontroler Atmega32*', *Electrician*, 8(2), pp. 45–56.
- Almanda, D. and Yusuf, H. (2017) '*Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler*', *Jurnal Elektum*, 14(2), pp. 25–34.
- Buntulayuk, H., Samman, F. A. and Yusran, Y. (2018) '*Rancangan DC-DC Converter untuk Penguatan Tegangan*', *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(2), pp. 78–82. doi: 10.25042/jpe.112017.12.
- Gideon, S. and Saragih, K. P. (2019) '*Analisis Karakteristik Listrik Arus Searah dan Arus Bolak-Balik*', *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 1(2), pp. 262–266.
- Lubis, R. S., Haris, A. and Tarmizi, T. (2022) '*UPS Design for Increased Flexibility of Use and More Economic with PWM Controlled Inverter Based on ATmega 328 Microcontroller*', *Teknik*, 43(1), pp. 102–111. doi: 10.14710/teknik.v43i1.32736.
- Miftachul Ulum *et al.* (2021) '*Rancang Bangun Sepeda Listrik 250 Watt Dengan Mengukur Kecepatan Dan Daya Baterai*', *Jurnal JEETech*, 2(1), pp. 7–12. doi: 10.48056/jeetech.v2i1.150.
- Pramanda, D. and Aswardi, A. (2020) '*Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino dengan Metode Open Loop*', *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(1), pp. 187–198. doi: 10.24036/jtev.v6i1.107852.
- Putra, M. A. and Murdiyati, P. (2020) '*Perbandingan Sensor Inframerah Dan Sensor PIR Sebagai Acuan Penggunaan Sensor Pada Rancang Bangun Cuci Tangan Otomatis*', *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 200–205.
- Ratnasari, T. and Senen, A. (2017) '*Perancangan prototipe alat ukur arus listrik Ac dan Dc berbasis mikrokontroler arduino dengan sensor arus Acs-712 30 ampere*', *Jurnal Sutet*, 7(2), pp. 28–33.
- Santosa, S. P. and Nugroho, R. M. W. (2021) '*Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V*', *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol*, 9(1), pp. 38–45.
- Santoso, J. T. (2022) *Sepeda Listrik: Peencana, Perakitan dan Perbaikan*.
- Siburian, B. C. and Bahriun, T. A. (2015) '*Perancangan Alat Pengisi Baterai Lead Acid Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535*', *Singuda ENSIKOM*, 13(35), pp. 42–48.
- Siburian, J. *et al.* (2019) '*Karakteristik transformator*', *Jurnal Teknologi Energi UDA*, VIII(21), pp. 21, 23.

- Suhadha, L., Sutarna, N. and Purwanti, B. S. R. (2021) '*Perancangan Modul Pengendali Torsi Motor pada Desain Kontrol Pedal Assist Sepeda Listrik*', Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung, pp. 90–95.
- Suharso, A. R. et al. (2020) '*Pengujian Tingkat Ketelitian Potensiometer Pada Simulasi Kemudi Kapal Potentiometer Accuracy Testing On Ship Steering Simulation*', Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim, 16(2), pp. 79–86.
- Suhendra, T. et al. (2018) '*Kendali Kecepatan Motor DC dengan Metode Pulse Width Modulation menggunakan N-channel Mosfet*', Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan, 7(2), pp. 78–85. doi: 10.31629/sustainable.v7i2.701.
- Suhendro, B. and Harsono, D. (2019) '*Rancang Bangun Sistem Kendali Sepeda Listrik Berbasis Arduino*', Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur (SENTIKUIN), 2, p. A2.1-A2.8.
- Tianur et al. (2023) '*Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Motor DC Brushless*', Jurnal Elementer, 9(1), pp. 151–159.