ANALYSIS OF ELECTRICAL POWER REQUIREMENTS FOR ARDUINO BASED WIRELESS STARTER CONTROL MODULE IN MOTORCYCLES

Rian Maulana[1*], Tatang Permana[2], Ibnu Mubarak[3], M. Maris Al Ghifari[4]

Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154
Correspondent e-mail: rianmaulana@upi.edu*

***ABTRACT*/ABSTRAK**

This study aims to design a wireless starter system module based on Arduino, equipped with a motorcycle anti-theft security system, and to analyze the electrical power consumption of the module during operation. The development of this motorcycle control module is motivated by the damage to engine components caused by the infrequent warming up of the engine before use and the high rate of motorcycle theft. This study uses a descriptive method to outline the results of the module development and the analysis of electrical power requirements. Data collection begins with the preparation phase, followed by module development, testing, and analysis. Data is presented in the form of tables and graphs. The results of this study show that (1) An Arduino-based wireless starter control module, which can be operated with an Android smartphone, has been developed; (2) the highest power consumption is 3.24 watts when the key switch and starter switch are activated; (3) continuous use of this module will quickly deplete the motorcycle battery. when the security mode is active, the battery lasts approximately 27 hours, and when the security mode is off, the battery lasts approximately 42 hours. "In conclusion: (1) The wireless starter module simplifies starting the vehicle from a maximum distance of 13 meters in open areas and 6 meters in enclosed spaces. (2) This module requires an external power source to avoid interfering with the motorcycle's electrical system, or the engine should be started frequently to prevent the motorcycle battery from depleting quickly.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah modul sistem *starter wireless* berbasis arduino yang dilengkapi dengan sistem keamanan dari pencurian sepeda motor dan menganalisis daya listrik modul ini ketika digunakan. Pembuatan modul untuk mengontrol sepeda motor ini dilatar belakangi karena kerusakan komponen di dalam *engine* yang disebabkan jarangnya memanaskan *engine* terlebih dahulu sebelum menggunakan kendaraan serta tingkat pencurian sepeda motor yang masih tinggi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang digunakan untuk mendeskripsikan hasil dari pembuatan modul dan analisis kebutuhan daya listrik. Pengumpulan data dimulai dari tahap persiapan, pembuatan modul, pengujian, dan tahap analisa. Data disajikan dalam bentuk tabel. Hasil penelitian ini menghasilkan (1) modul kontrol *starter wireles* berbasis

ARTICLE INFO

Article History:
Submitted/Received
03 Mar 2024

First Revised
01 Des 2024

Accepted
20 Des 2024

Online Date
25 Des 2024

Publication Date
31 Des 2024

Keywords:
Wireless; Electrical power; Battery;

Kata kunci:
Wireless; Daya Listrik; Baterai;

arduino yang di kontrol menggunakan *smartphone* android, (2) penggunaan daya terbesar terjadi saat kunci kontak dan *switch starter* diaktifkan yaitu sebesar 3.24 Watt, (3) penggunaan modul sistem *starter wireless* yang digunakan secara terus menerus akan menyebabkan baterai sepeda motor cepat habis yaitu pada saat mode aman aktif, baterai akan bertahan kurang lebih 27 jam dan saat mode aman off baterai akan bertahan kurang lebih 42 jam. Kesimpulannya adalah: (1) penggunaan modul *starter wireless* dapat mempermudah pengguna kendaraan ketika akan menghidupkan kendaraannya, karena bisa dilakukan maksimal 13 meter di ruangan terbuka dan 6 meter di ruangan tertutup; (2) penggunaan modul *wireless starter* ini memerlukan sumber tegangan eksternal agar tidak mengganggu kelistrikan sepeda motor, atau dengan sering menghidupkan *engine* agar baterai sepeda motor tidak cepat drop.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di era modern telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai bidang, termasuk otomotif. Sistem manual yang sebelumnya mengandalkan interaksi langsung mulai digantikan oleh teknologi otomatis menggunakan program komputer seperti pengontrolan berbasis gerak tubuh, suara, *smartphone,* hingga *Internet of Things* (IoT) (Nugrahani, *et al.,* 2023). Hal ini dilakukan karena dapat mempermudah pekerjaan serta mempunyai tingkat ketelitian yang cukup tinggi (Tombeng, *et al.,* 2019). Transformasi ini bertujuan untuk mempermudah aktivitas manusia dan meningkatkan efisiensi kerja (Riyanti, *et al.,* 2022). Sistem *starter wireless* merupakan salah satu inovasi dalam bidang otomotif yang kini banyak digunakan pada kendaraan-kendaraan modern, yang memungkinkan pengguna menghidupkan kendaraan dari jarak jauh dengan mudah dan cepat. Khairunisa & Hidayat (2023) mengemukakan jika penggunaan sistem *starter* yang bisa dilakukan secara nirkabel selain mempermudah untuk menghidupkan kendaraan, juga bermanfaat sebagai fitur keamanan tambahan pada sepeda motor.

Pencurian kendaraan bermotor merupakan masalah yang sering terjadi khususnya di Indonesia (Manullang, *et al.,* 2021). Data dari Pusat Informasi Kriminal Nasional (Pusiknas) Polri menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2023, tercatat lebih dari 30.000 kasus pencurian kendaraan bermotor, di mana sepeda motor mendominasi dengan kontribusi lebih dari 70% dari total kasus tersebut. Masalah ini diakibatkan karena masih banyak sepeda motor yang tingkat keamanannya masih rendah (Salamah, *et al.,* 2020). Kondisi ini menunjukkan perlunya solusi teknologi yang tidak hanya memberikan kemudahan, tetapi juga meningkatkan keamanan kendaraan secara signifikan.

Arduino merupakan *microcontroller* yang sering digunakan untuk meningkatkan keamanan sepeda motor karena memiliki fleksibilitas tinggi dalam menciptakan berbagai fitur keamanan, seperti *starter* nirkabel, alarm, GPS *tracker,* hingga pengunci otomatis

berbasis *bluetooth* (Rehman, *et al.,* 2024; Samsugi, *et al.,* 2020; Jabbar, *et al.,* 2021). Suradi, *et al.,* (2020) menunjukkan bahwa sistem *starter* nirkabel berbasis Arduino dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dengan jangkauan hingga 17 meter di area terbuka. Salamah, *et al.,* (2020) mengungkapkan bahwa penerapan sistem keamanan sepeda motor berbasis IOT memungkinkan pelacakan lokasi kendaraan yang dicuri dan bahkan mematikan mesin dari jarak jauh. Selain itu, Masnur, *et al.,* (2021) membuktikan bahwa sistem keamanan sepeda motor berbasis Arduino dengan sensor sidik jari dapat berfungsi dengan baik dalam mencegah pencurian kendaraan.

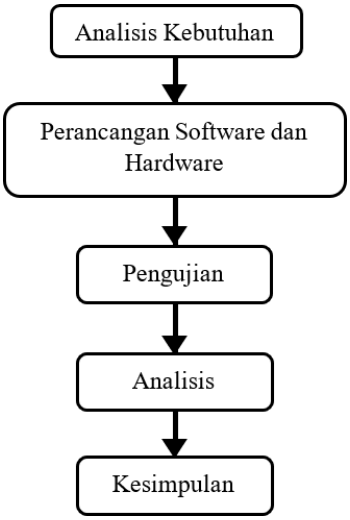
Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem keamanan tambahan berbasis Arduino dapat diimplementasikan dengan baik untuk melindungi sepeda motor. Namun, aspek kebutuhan daya sistem keamanan tambahan ini masih jarang diperhitungkan. Fajrianingrum, *et al.,* (2022) mengungkapkan bahwa penggunaan baterai secara terus-menerus akan mengurangi kapasitasnya, yang pada akhirnya dapat menurunkan performa dan memperpendek usia baterai itu sendiri. Hal ini juga didukung oleh penelitian Rakhmawati, *et al.,* (2023) yang menyoroti pentingnya pengelolaan daya dalam sistem berbasis baterai untuk menjaga efisiensi dan keandalan. Oleh karena itu, penelitian yang menganalisis kebutuhan daya listrik yang digunakan oleh sistem keamanan tambahan menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa sistem tersebut tidak hanya efektif secara fungsi, tetapi juga efisien dalam penggunaan energi, sehingga dapat diterapkan secara praktis tanpa mengorbankan daya tahan baterai kendaraan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang modul sistem *starter wireless* berbasis Arduino, dengan memanfaatkan modul *bluetooth* HC-05 sebagai protokol komunikasinya lalu menganalisis kebutuhan daya listrik yang digunakan modul tersebut. Modul *bluetooth* HC-05 adalah modul *bluetooth* yang banyak digunakan sebagai protokol untuk komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dalam penukaran data pada perangkat lunak dan Arduino (Fenriana, *et al.,* 2022; Zuhroini, *et al.,* 2021). Sistem ini dirancang sebagai sistem keamanan sepeda motor dengan *smartphone* sebagai pengontrol utamanya (Auwali, *et al.,* 2023). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi teknologi yang tidak hanya efektif dalam meningkatkan keamanan kendaraan, tetapi juga efisien dalam penggunaan daya listrik, sehingga dapat diterapkan secara luas di berbagai jenis sepeda motor.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, yaitu untuk mendeskripsikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Objek penelitian ini adalah

modul *starter wireless* berbasis Arduino dan aplikasi *smartphone* sebagai pengontrolnya yang telah peneliti buat sendiri. Fokus penelitian adalah pada pengukuran konsumsi daya listrik dalam berbagai kondisi, serta analisis masa pakai baterai untuk memastikan keandalan sistem. Gambar 1 menunjukkan alur atau prosedur penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alur penelitian.

Tahap pertama sebelum melakukan analisa ini adalah tahap analisis kebutuhan. Tahap ini dilakukan untuk mencari referensi berbagai sumber, seperti jurnal, buku, *youtube,* dan *website* yang berkaitan dengan sistem *starter*, Arduino, dan sistem keamanan *wireless*. Referensi yang diperoleh dari berbagai sumber ini diharapkan bisa membantu memberikan arahan dalam pembuatan modul *starter wireless*, sehingga dapat mengurangi kesalahan pada saat pembuatan modul sistem *starter wireless* ini. Tahap ini juga dilakukan untuk menganalisis kebutuhan *software* yang akan digunakan, komponen-komponen untuk keperluan pembuatan modul *starter wireless*.

Tahapan kedua adalah tahap pembuatan *software* dan *hardware. Softtware* yang dimaksud disini adalah berupa aplikasi *smartphone* android yang nantinya digunakan untuk mengontrol modul *starter wireless*. Pembuatan modul *starter* yang bisa dikontrol secara *wireless* ini menggunakan media *bluetooth* sebagai protokol untuk komunikasinya. Aplikasi android dibuat menggunakan *website* Kodular karena lebih mudah dan sederhana dalam pembuatannya. Pembuatan *hardware* yaitu tahap pembuatan modul *starter wireless*. Pada tahap ini terdiri dari pembuatan program Arduino dengan *software* Arduino IDE, perancangan modul *starter wireless*, dan simulasi cara kerja modul.

Tahap ketiga adalah tahap pengujian. Modul *starter wireless* yang telah selesai dibuat dan bekerja dengan normal, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian berupa pengujian jarak jangkauan *bluetooth* dan pengukuran arus listrik menggunakan AVO meter ketika

modul ini diimplementasikan pada sepeda motor. Pengukuran arus listrik ini bertujuan sebagai data yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis kebutuhan daya listrik dan masa pakai baterai. Data yang didapatkan akan disajikan dalam bentuk tabel.

Tahap analisis dilakukan untuk mencari tahu seberapa lama baterai bisa bertahan dengan menggunakan modul *starter wireless*. Analisis ini terdiri dari analisis kebutuhan daya listrik dan analisis masa pakai baterai. Daya yang digunakan oleh modul sistem *starter wireless* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = V \times I \qquad \text{(Toyota, 1995: 2-16)}$$

Keterangan:

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (A)

Analisis selanjutnya adalah analisis masa pakai baterai pada saat kondisi kendaraan diparkirkan dan mode aman aktif maupun non aktif. Analisa ini penting untuk mempertimbangkan penggunaan modul *starter wireless* ini, mengingat sumber tegangan modul ini langsung dari baterai sepeda motor. Kapasitas suatu baterai menyatakan besarnya arus yang dapat dialirkan ke suatu rangkaian dalam jangka waktu (Pasaribu & Reza, 2021). Perhitungan Kapasitas baterai (Ah) menggunakan rumus 2 sebagai berikut:

$$C = I \times T \qquad \text{(Pasaribu \& Reza, 2021)}$$

Keterangan:

C = Kapasitas baterai (Ah)

I = Besar arus listrik yang mengalir (A)

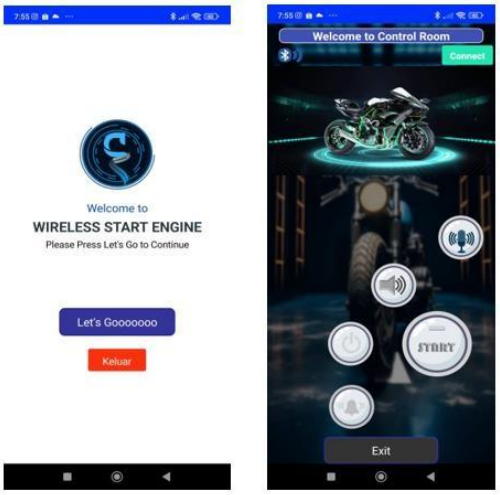
T = Waktu (jam)

Terakhir adalah kesimpulan. Data hasil analisis selanjutnya akan dideskripsikan dan disajikan dalam bentuk tabel . Pendeskripsian ini dilakukan dengan menggambarkan atau mendeskripsikan hasil yang didapat mengenai jarak jangkauan *bluetooth*, daya listrik yang dibutuhkan oleh modul, dan masa pakai baterai.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Hasil Perancangan Modul Sistem *Starter*

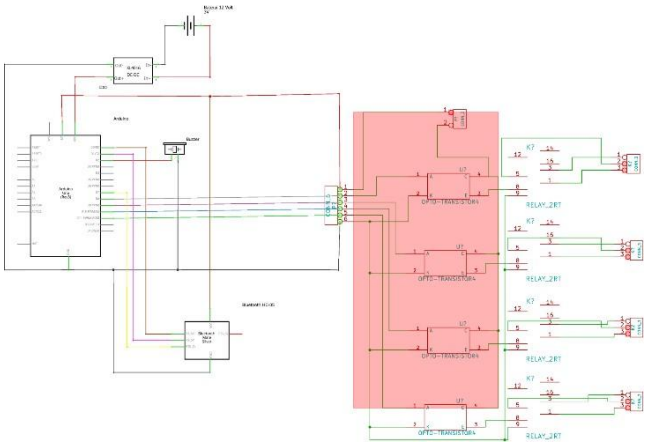
Hasil dari perancangan ini terdiri dari modul sistem *starter wireless* dan aplikasi android sebagai pengontrolnya. Tampilan dari aplikasi android yang dibuat ditunjukkan pada gambar 2.



a) Tampilan menu awal b) Tampilan menu utama

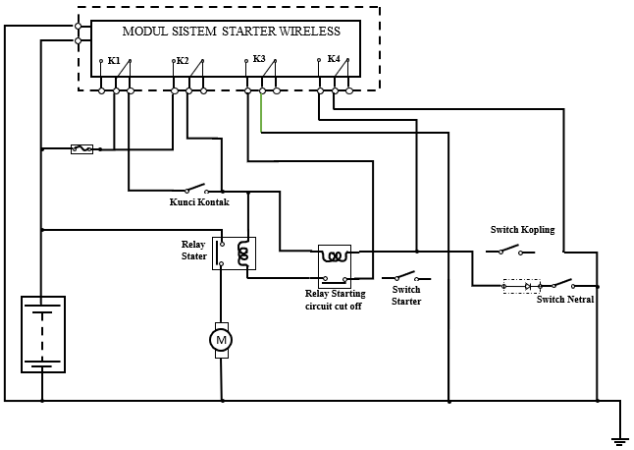
Gambar 2. Tampilan aplikasi android.

Gambar skematik dari keseluruhan diagram kelistrikan pada modul sistem *starter* yang dirancang dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram kelistrikan modul sistem *starter wireless.*

Adapun gambar *wiring* diagram sistem *starter* sepeda motor yang sudah dimodifikasi menggunakan modul sistem *starter wireless* ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Wiring* diagram pemasangan modul *starter wireless.*

3.2 Analisis Kebutuhan Daya Modul

Pengujian dimulai dengan memasangkan modul *starter wireless* pada kelistrikan sepeda motor, dalam penelitian ini menggunakan sepeda motor tipe 2PV. Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan *bluetooth*. Data hasil pengujian jarak jangkauan *bluetooth* disajikan dalam tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Pengujian *Bluetooth* di ruangan terbuka.

No	Jarak Jangkauan	Perintah Yang diberikan					
		Kontak On/Off	*Starter* On/Off	*Switch* Kopling On/Off	Alarm On/Off	Answer Back Bunyi	Mode Aman
1	1 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
2	3 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
3	5 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
4	7 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
5	9 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
6	11 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
7	12 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
8	13 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
9	14 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
10	15 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Tabel 2. Pengujian *bluetooth* di ruangan tertutup.

No	Jarak Jangkauan	Perintah Yang diberikan					
		Kontak On/Off	*Starter* On/Off	*Switch* Kopling On/Off	Alarm On/Off	Answer Back Bunyi	Mode aman
1	1 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
2	2 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
3	3 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
4	4 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
5	5 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
6	6 Meter	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke	Oke
7	7 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
8	8 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
9	9 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
10	10 Meter	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Selanjutnya adalah pengukuran arus listrik yang digunakan modul *starter wireless*. Pengukuran arus ini dilakukan dilakukan dengan 6 jenis pengukuran, data hasil pengukuran disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran arus Listrik.

No	Parameter Uji	Hasil Uji
1	Siaga (Stand by) *bluetooth* Disconnect	0.07 A
2	Siaga (Stand by) *bluetooth* Connect	0.03 A
3	Kunci Kontak ON	0.11 A
4	*Switch* Start ON	0.27 A
5	Mode Aman Aktif Kondisi Parkir	0.11 A
6	Mode Aman Aktif Kondisi Jalan	0.18

1) Analisis Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik

Tabel 4. Hasil perhitungan daya.

No	**Kondisi**	**Tegangan**	**Arus Listrik**	**Daya yang Digunakan**
1	Siaga (Stand by) *bluetooth Disconnect*	12 V	0.07 A	0.84 Watt
2	Siaga (Stand by) *bluetooth Connect*	12 V	0.03 A	0.36 Watt
3	Kunci Kontak ON	12 V	0.11 A	1.32 Watt
4	*Switch Start* ON	12 V	0.27 A	3.24 Watt
5	Mode Aman Aktif Kondisi Parkir *Bluetooth*	12 V	0.11 A	1.32 Watt
6	Mode Aman Aktif Kondisi Jalan *Bluetooth*	12 V	0.18 A	2.16 Watt

Data hasil analisis perhitungan kebutuhan arus listrik yang terdapat pada tabel 4 menunjukkan jika daya terbesar yang digunakan adalah ketika *switch start* ON. Alasannya adalah karena ketika *switch start* ON, maka kunci kontak juga ON sehingga daya yang dibutuhkan menjadi lebih besar. Daya terkecil yang digunakan adalah pada saat modul siaga dan *bluetooth* tersambung. Alasannya adalah ketika *bluetooth* tidak tersambung, maka modul akan terus mencari perangkat *bluetooth* dan ini membutuhkan arus lebih besar.

2) Analisis Masa Pakai Baterai

Analisis selanjutnya adalah analisis masa pakai baterai pada saat kondisi kendaraan diparkirkan dan mode aman aktif maupun non aktif. Analisa ini penting untuk mempertimbangkan penggunaan modul *starter wireless* ini, mengingat sumber tegangan modul ini langsung dari baterai sepeda motor. Kapasitas baterai pada sepeda motor biasanya sudah tertera pada baterainya sendiri yaitu sekitar 3-6 Ah. Pada pengujian kali ini penulis menggunakan baterai sepeda motor yang memiliki

kapasitas baterai 3Ah, dengan kondisi kendaraan diparkirkan. Merujuk pada rumus 2, masa pakai baterai saat menggunakan modul dengan kondisi *bluetooth disconnect* dan mode aman aktif (kondisi parkir) adalah sekitar 42,85 jam. Sedangkan saat kondisi *bloutooth disconnect* dan mode aman tidak aktif (kondisi parkir) adalah sekitar 27, 27 jam.

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul sistem *starter wireless* berbasis Arduino dapat bekerja dengan baik dalam mempermudah pengguna menghidupkan sepeda motor dari jarak jauh, dengan jangkauan maksimum 13 meter di ruang terbuka dan 6 meter di ruang tertutup. Hal ini didukung juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Fradika*, et al.,* (2023) yang mengatakan jika jangkauan maksimal antara alat berbasis *bluetooth* dengan aplikasi android yang dirancang sekitar 15 meter tanpa halangan dan 5 meter jika terdapat halangan. Hasil ini mendukung tujuan penelitian untuk merancang modul *starter* yang dapat meningkatkan keamanan sepeda motor sekaligus mengoptimalkan efisiensi penggunaannya.

Penelitian ini sejalan dengan pandangan Riyanti*, et al.,* (2022) yang mengemukakan bahwa sistem berbasis IOT atau pengendalian nirkabel dapat memberikan manfaat signifikan dalam hal kemudahan dan keamanan. Penerapan teknologi berbasis Arduino yang memungkinkan kontrol kendaraan dari jarak jauh dengan menggunakan *smartphone*, dapat meningkatkan kenyamanan pengguna dan dapat meminimalisir tindak pencurian sepeda motor (Prayoga*, et al.,* 2022; Ramadhan*, et al.,* 2020).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya terbesar yaitu 3,24 watt, digunakan saat *switch starter* diaktifkan. Di sisi lain, daya terkecil sebesar 0,36 watt ditemukan saat modul siaga dengan *bluetooth* tersambung. Analisis masa pakai baterai juga menunjukkan bahwa saat mode aman aktif, baterai hanya dapat bertahan sekitar 27 jam, sedangkan tanpa mode aman, baterai bertahan hingga 42 jam. Temuan ini relevan dengan Fajrianingrum*, et al.,* (2022) yang menyebutkan bahwa konsumsi daya yang tidak efisien dapat mempengaruhi performa dan umur baterai kendaraan. Sehingga diperlukan komponen tambahan yang dapat menghemat pengeluaran baterai ketika modul tidak akan digunakan, seperti penambahan tombol *off* modul yang dapat bekerja secara otomatis menggunakan *timer*. Hal ini sejalan dengan pendapat Saputra*, et al.,* (2024) yang mengungkapkan jika penggunaan suatu sistem otomatisasi harus dapat mengelola penggunaan daya secara efisien, dapat mengalokasikan daya sesuai dengan kebutuhan, dan menghindari keborosan energi.

5. KESIMPULAN

Perancangan modul sistem *starter wireless* berbasis Arduino telah berhasil dan sesuai dengan fungsi yang diinginkan, semua fitur berjalan dengan baik, dan untuk jarak jangkauan *bluetooth* maksimum pada 13 meter di ruangan terbuka dan 6 meter di ruangan tertutup. Hasil analisis menunjukkan jika penggunaan modul sistem *starter wireless* yang digunakan secara terus menerus akan menyebabkan baterai sepeda motor cepat habis yaitu pada saat mode aman aktif, baterai akan bertahan kurang lebih 27 jam dan saat mode aman *off* baterai akan bertahan kurang lebih 42 jam. Saran yang dapat penulis berikan untuk peneliti selanjutnya adalah membuat modul sistem *starter wireless* menjadi lebih kecil lagi untuk meminimalkan penggunaan tempat, membuat saklar untuk memutuskan arus ketika kendaraan tidak digunakan dalam waktu yang cukup lama agar tegangan baterai sepeda motor tidak cepat menurun atau habis.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sadar jika dalam menyelesaikan Tugas Akhir Analisis dan Desain Otomotif ini banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan mendoakan semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik khususnya kepada kedua orang tua, dosen pembimbing, dosen pengampu mata kuliah Analisis dan Desain Otomotif, dan semua dosen Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.

7. REFERENSI

Auwali, G. R., Ahfas, A., & Ayuni, S. D. (2023). Motorbike Control and Safety Devices Using Telegram-Based ESP 32 Cam to Minimize Theft Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, *3*(2), 219–229.

Fajrianingrum, F. N., Rakhmawati, R., & Prasetyono, E. (2022). Design and Implementation MPPT-CPG for Constant Power Battery Charger. *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*, *6*(2), 0–6.

Fenriana, I., Dwi Putra, D. S., Dermawan, B., & Kurnia, Y. (2022). Smart Home Prototype with HC–05 Bluetooth and RFID Modules, Based on Microcontroller. *Bit-Tech*, *5*(2), 77–84.

Fradika, A., Ardiansah, M. I., Firdaus, M. R., & Hidayah, I. (2023). Implementasi Teknologi

Kontrol Suhu Lampu Berbasis IoT untuk Mengembangbiakkan Burung Murai Batu. *Journal of Education Research*, *4*(1), 47–52.

Jabbar, A. A., Yunus, A., & Apriyanto, I. (2021). Rancang Bangun Prototype Sistem Pengaman Pada Kunci Kontak Berbasis Arduino. *Jurnal Mosfet*, *1*(1), 16–19.

Khairunisa, R., & Hidayat, R. (2023). Vehicle Starter System for Safety Based Microcontroller Using Internet of Things. *Teknokom*, *6*(1), 36–42.

Manullang, A. B. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi nodemcu esp8266 dalam rancang bangun sistem keamanan sepeda motor berbasis iot. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, *4*(2), 163–170.

Masnur, M., Alam, S., & Muhammad, F. N. (2021). Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sintaks Logika*, *1*(1), 1–7.

Nugrahani, Andriyani, W., Sacipto, R., Susanto, D., Vidiaty, C., Latifaturahmah, Kurniawan, R., & Gratika, A. (2023). *Technonlogy, LAW, and Society* (1st ed.). CV. Tohar Media.

Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Design and Build an Arduino-Based Charging Station Using 50 WP Solar Cells. *R E L E (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, *3*(2), 46–55.

Prayoga, G. S., Kartikawati, S., & Prastyaningrum, I. (2022). *Rancang Bangun Pengaman Sepeda Motor Berbasis IoT (Internet Of Things) Menggunakan Blynk*. *07*(September), 51–57.

Rakhmawati, R., Sutedjo, Oktaviani, F. N., Irianto, Yanaratri, D. S., & Adila, A. F. (2023). Estimasi State of Charge pada Baterai Lead Acid menggunakan Elman Recurrent Neural Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *11*(4), 864.

Ramadhan, H. I., Bachri, A., & Abidin, Z. (2020). JEETech. *JEETech (Journal Of Electrical Engineering And Technology)*, *(2)*(1), 14–19.

Rehman, A. U., Muhammad Alblushi, I. G., Khalid, H. M., Said, Z., Iqbal, A., & Muyeen, S. M. (2024). Techno Economics And Energy Dynamics Of A Solar Powered Smart Charging Infrastructure For Electric Vehicles With Advanced Iot Based Monitoring And RFID Based Security. *Sustainable Futures*, *8* (July).

Riyanti, K. P. K., Hariadi, B., & Wibowo, W. A. (2022). Rancang Bangun Sistem Kontrol Starter Berbasis IoT (Internet Of Things). *Jurnal NUCLEUS*, *1*(2), 79–85.

Salamah, I., Taqwa, A., & Wibowo, A. T. (2020). *Rancang Bangun Sistem Keamanan*

Sepeda Motor BerbasiS IOT. *10*(2), 103–112.

Samsugi, S., Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, *1*(1), 1–6.

Saputra, R. H., Sugiarto, K., & Lesmana, M. F. (2024). Perancangan Plant Automation untuk Battery Monitoring System Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, *6*(1), 125–135.

Suradi, Rahman, F., Selvi, S., & Wahyudi, A. (2020). Perancangan Sistem Starter Sepeda Motor Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, *15*(01), 17–20.

Tombeng, M. T., Taghulihi, A. A., Waworundeng, J. M. S., Informatika, J., Komputer, F. I., Klabat, U., Uno, A., & Xbee, W. (2019). Penerapan Wireless Xbee Pada Sistem Autentikasi Kendaraan Sepeda Motor Implementation of Wireless Xbee Autentication System of Motorcycle. *CogITo Smart Journal*, *5*(1), 45–55.

Toyota. (1995). *New Step 1*. Toyota Astra Motor.

Zuhroini, R. D., Dyah Titisari, Torib Hamzah, & Kho, T. K. (2021). A Two Channels Wireless Electrocardiograph System Using Bluetooth Communication. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, *3*(3), 134–140.