

**SAFETY SYSTEM PADA PENGENDALI MOTOR BLDC UNTUK
SEPEDA LISTRIK BERBASIS IOT**

TUGAS AKHIR

Ditujukan Untuk Memenuhi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik (A. Md. T)

Pada Program Studi Teknik Elektronika



Oleh;

Deni Saputra

2323050013

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

**SAFETY SYSTEM PADA PENGENDALI MOTOR BLDC UNTUK
SEPEDA LISTRIK BERBASIS IOT**

TUGAS AKHIR

Ditujukan Untuk Memenuhi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik (A. Md. T)

Pada Program Studi Teknik Elektronika



Oleh;

Deni Saputra

2323050013

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Oleh :

Deni Saputra

NPM: 2323050013

Judul :

***SAFETY SYSTEM PADA PENGENDALI MOTOR BLDC UNTUK
SEPEDA LISTRIK BERBASIS IOT***

Telah disetujui untuk diajukan kepada panitia Ujian/Sidang Tugas Akhir
Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Elektronika
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 15 Juli 2026

Pembimbing 1



Elsanda Merita Indrawati, M.Pd., M.T.
NIDN.0710089004

Pembimbing 2



Miftakhul Maulidina, S.Pd., M.Si.
NIDN.0702108901

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Oleh:

Deni Saputra

NPM: 2323050013

Judul:

***SAFETY SYSTEM* PADA PENGENDALI MOTOR BLDC UNTUK SEPEDA LISTRIK BERBASIS IOT**

Telah disetujui untuk diajukan kepada panitia Ujian Tugas Akhir Jurusan Program
Studi Diploma III Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Pada tanggal 15 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyarat

Panitia Penguji

1. Ketua : Elsanda Merita Indrawati, M. Pd , M.T
2. Penguji 1 Fidy Eka Prahestu, S. T , M.T
3. Penguji 2 Miftakhul Maulidina, S. Pd , M.Si






Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si
NIP 19680707 199303 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya,

Nama : Deni saputra
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat /tgl. Lahir : Kediri, 08 April 2004
NPM : 2323050013
Fak/Jur./Prodi. : FTIK/D3 Teknik Elektronika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.) di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 23 Juli 2026

Yang Menyatakan



DENI SAPUTRA
NPM.2323050013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

jangan menunggu sempurna untuk memulai, karena kesuksesan dimulai dari keputusan tekad untuk mencoba. Biarkan semesta menyaksikan seluruh pergulatan batin ini; saat raga harus gagal, jatuh ke titik terendah, lalu perlahan bangkit kembali dengan jiwa yang baru. Percayalah, setiap perih dan luka saat merangkak naik di jalan yang sunyi akan mekar menjadi bab paling anggun, dalam kitab kehidupan dan jati diri yang ditulis penuh bangga oleh tangan *sendiri*.

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan, tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti demi keberhasilan saya.
2. Keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan doa dalam setiap langkah perjalanan saya.
3. Bapak/Ibu dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan civitas akademika yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan kesempatan untuk terus berkembang selama masa perkuliahan.
5. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta kebersamaan dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses penyusunan tugas akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat, menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik, serta menjadi bentuk rasa syukur atas setiap kesempatan yang telah Allah SWT berikan.

ABSTRAK

DENI SAPUTRA *Safety System* Pada Pengendali Motor BLDC Untuk Sepeda Listrik Berbasis IoT. Tugas Akhir, Teknik Elektronika, FTIK UN PGRI Kediri, 2026.

Kata Kunci: Safety System, Motor BLDC, Sepeda Listrik, IoT, ESP32, Sensor Suhu Termistor, ACS712.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh motor *Brushless Direct Current* (BLDC) sebagai penggerak utama sepeda listrik yang rawan mengalami kondisi berbahaya seperti panas berlebih, arus berlebih, maupun tegangan yang tidak stabil selama pengoperasian, sehingga jika dibiarkan dapat mengakibatkan kerusakan komponen secara permanen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang serta menguji sebuah sistem pengaman (*safety system*) pada pengendali motor BLDC sepeda listrik yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT), sehingga mampu memantau sekaligus melindungi motor secara otomatis dan *real-time*. Penelitian dilakukan dengan metode *Research and Development* (R&D) melalui pendekatan pembuatan prototipe, di mana mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang membaca data dari tiga sensor sekaligus, yaitu sensor tegangan pada jalur baterai 48 Volt, sensor arus ACS712 pada jalur menuju motor, dan sensor suhu termistor NTC pada bodi motor. Ketika salah satu nilai parameter melampaui ambang batas aman, ESP32 akan otomatis mengaktifkan *relay* melalui optokopler untuk memutus daya sebagai bentuk proteksi, sementara seluruh data kondisi motor dikirim secara *real-time* ke platform IoT melalui *Wi-Fi* agar dapat dipantau dari jarak jauh melalui *smartphone*. Hasil pengujian terhadap 96 kali pengambilan data pada dua variasi beban (50 kg dan 100 kg) menunjukkan bahwa sistem mampu memantau ketiga parameter secara konsisten, dengan tegangan baterai menurun bertahap dari 54,70 V ke 46,72 V, arus tertinggi mencapai 7,0 A pada beban 100 kg, serta suhu motor tertinggi hanya 37,4°C atau jauh di bawah ambang bahaya 70°C, membuktikan bahwa sistem dapat membedakan kondisi normal dan berbahaya secara akurat tanpa terjadi *false trip*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, taufik, dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “ Sistem Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis *IoT (Internet of Things)*” dengan baik. Penyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd., selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang selalu memberikan motivasi kepada mahasiswa.
2. Dr. Sulistiono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Elsanda Merita Indrawati, M.Pd.,M.T selaku Ketua Prodi D-III Teknik Elektronika dan Pembimbing 1, yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada peneliti dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Miftakhul Maulidina, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Ucapan terima kasih kepada Orang tua saya, yang selalu menjadi sumber semangat dan motivasi sehingga peneliti bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ucapan terima kasih kepada rekan seangkatan Teknik Elektronika UNP Kediri angkatan 2023 yang selalu menemani dari awal kuliah sampai akhir masa perkuliahan yang penuh lika liku dan mengerjakan satu project akhir ini bersama.
7. Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam segala proses pengerjaan tugas akhir peneliti hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf Program Studi D3 Teknik Elektronika atas ilmu dan dukungan yang telah diberikan. Serta kepada teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Elektronika (HITEK) atas bantuan dan suportnya.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan yang masih perlu diperbaiki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Kediri, 23 Juli 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Deni Saputra', with a stylized flourish at the end.

Deni Saputra

NPM : 2323050013

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
KAJIAN TEORI	5
A. Landasan Teori.....	5
B. Kajian Hasil Penelitian Sebelumnya	12
C. Kerangka Berpikir	13
BAB III	15
METODE PENELITIAN.....	15
A. Model Penelitian	15
B. Prosedur Pengembangan	16
BAB IV	24
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
A. Data Hasil Penelitian.....	24
B. Monitoring IoT.....	27
C. Pembahasan.....	29
BAB V PENUTUP.....	33

A. Kesimpulan	33
B. Implikasi.....	34
C. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Ringkasan Hasil Data Beban 50kg.....	26
Tabel 4. 2. Ringkasan Hasil Data Beban 100kg.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. ESP32	6
Gambar 2. 2. Sensor Arus ACS712	7
Gambar 2. 3. Sensor Suhu Termistor (NTC)	8
Gambar 2. 4. Sensor Tegangan	8
Gambar 2. 5 <i>Optocoupler</i>	9
Gambar 2. 6. Modul Relay	9
Gambar 2. 7 Modul <i>StepDown</i> 48V ke 5V	10
Gambar 2. 8. Baterai <i>Lead-Acid</i> 48 Volt.....	10
Gambar 2. 9. Motor BLDC	11
Gambar 2. 10. <i>Platform</i> IoT Monitoring.....	12
Gambar 3. 1. Flowchart System	16
Gambar 3. 2. Blok Diagram	19
Gambar 3. 3. Wiring Diagram.....	20
Gambar 3. 4. Lab Elektronika	23
Gambar 4. 1. Produk Alat <i>Safety System</i>	25
Gambar 4. 2. Kondisi Relay Sebelum Proteksi.....	28
Gambar 4. 3. Kondisi Relay Sesudah Proteksi	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program ESP32	37
Lampiran 2. Rangkaian Alat <i>Safety System</i> Sepeda Listrik	44
Lampiran 3. Wiring Diagram	45
Lampiran 4. Tampilan Web Server	46
Lampiran 5. Bimbingan Tugas Akhir	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kendaraan bermotor menjadi kebutuhan utama masyarakat saat ini (Amalia et al., 2023). Dengan berkembangnya teknologi transportasi di era modern semakin mengarah pada penggunaan kendaraan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah sepeda listrik saat ini yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama. Sepeda listrik menjadi alternatif transportasi yang efisien karena tidak menghasilkan emisi gas buang, memiliki biaya operasional yang rendah, serta lebih ramah terhadap lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil. *Motor Brushless Direct Current* (BLDC) merupakan motor listrik sinkron AC 3 fasa. Disebut dengan motor BLDC karena pada implementasinya menggunakan tegangan DC sebagai sumber utamanya Hidayah et al., (2020). Motor Brushless DC (BLDC) menjadi pilihan utama karena memiliki efisiensi konversi energi tinggi, torsi besar pada kecepatan rendah, dan kebutuhan perawatan yang minimal Erlanthiana et al., (2026). Selain itu, motor BLDC juga memiliki ukuran yang lebih ringkas dan kemampuan kerja yang lebih stabil sehingga sangat cocok digunakan sebagai penggerak utama pada kendaraan listrik skala kecil seperti sepeda listrik.

Namun, dalam penggunaannya motor BLDC juga memiliki beberapa potensi permasalahan, salah satunya adalah kenaikan suhu yang berlebihan (overheat) pada motor. Peningkatan suhu dapat terjadi akibat penggunaan motor secara terus-menerus, beban yang terlalu besar, atau kurangnya sistem pendinginan yang baik. Jika suhu motor melebihi batas yang diizinkan, maka dapat menyebabkan penurunan kinerja motor, kerusakan komponen internal, bahkan dapat mengurangi umur pakai motor tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keamanan *safety system* yang mampu memantau kondisi suhu motor agar tetap berada dalam batas kerja yang aman. SUHARININGSIH et al., (2024), pengelolaan suhu (thermal management) sangat penting karena kenaikan dan penurunan suhu yang berlebihan dapat memberikan ancaman terhadap keamanan sistem sehingga

diperlukan pemantauan suhu secara berkelanjutan untuk mencegah terjadinya overheating.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memantau suhu motor adalah dengan menggunakan sensor suhu termistor. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan suhu secara akurat dan mengirimkan data suhu kepada sistem pengendali. Dalam penelitian ini, suhu kerja normal motor BLDC berada pada rentang 50°C hingga 70°C. Apabila suhu motor melebihi batas tersebut, maka sistem dapat memberikan peringatan atau melakukan tindakan proteksi untuk mencegah kerusakan pada motor (Cahyono et al., 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu perancangan *safety system* pada motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT yang mampu memantau suhu motor secara real-time menggunakan sensor termistor dan mikrokontroler sebagai pengendali sistem. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, keandalan, serta umur pakai motor BLDC pada sepeda listrik. Pengembangan sistem keamanan pada sepeda listrik juga mendukung penelitian sebelumnya mengenai penerapan sistem kendali dan keselamatan pada sepeda listrik yang dilakukan oleh Suhendro et al., (2019), sehingga diharapkan mampu meningkatkan aspek keselamatan dan keandalan kendaraan listrik secara keseluruhan.

Selain itu, perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan sistem pemantauan dilakukan secara jarak jauh melalui jaringan internet. Dengan menggunakan teknologi IoT, data suhu motor dapat dikirimkan dan dipantau secara real-time melalui perangkat seperti smartphone atau komputer. Hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengetahui kondisi motor secara langsung serta melakukan tindakan pencegahan apabila terjadi kenaikan suhu yang tidak normal. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu perancangan *safety system* pada motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT yang mampu memantau suhu motor secara real-time menggunakan sensor termistor dan mikrokontroler sebagai pengendali sistem. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat

meningkatkan keamanan, keandalan, serta umur pakai motor BLDC pada sepeda listrik (Prasja & Kurniasih, 2025).

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka penelitian ini mengembangkan sebuah *safety system* pada pengendali motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT yang mampu memantau suhu, tegangan, dan arus motor secara *real-time* sekaligus memberikan proteksi otomatis apabila terjadi kondisi yang membahayakan. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, keandalan, serta umur pakai motor BLDC pada sepeda listrik secara nyata dan terukur.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perancangan *safety system* pada pengendali motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT dalam memantau dan memproteksi parameter suhu, tegangan, dan arus secara *real-time*?
2. Bagaimana kinerja *safety system* pada pengendali motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT dalam memantau dan memproteksi parameter suhu, tegangan, dan arus secara *real-time*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang *safety system* pada pengendali motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis IoT yang mampu memantau dan memproteksi motor dari kondisi suhu berlebih, tegangan berlebih, dan arus berlebih secara *real-time*.
2. Mengetahui kinerja *safety system* yang dirancang dalam mendeteksi dan memproteksi motor BLDC pada sepeda listrik secara otomatis.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini meliputi beberapa hal, yaitu:

1. Pengguna Sepeda Listrik

Pengguna sepeda listrik mendapat perlindungan lebih baik karena sistem secara otomatis memutus aliran listrik ketika terjadi kondisi berbahaya seperti suhu terlalu panas, arus terlalu besar, atau tegangan tidak normal. Dengan kata lain, pengguna tidak perlu khawatir motor tiba-tiba rusak di tengah perjalanan akibat kondisi yang tidak terdeteksi, karena sistem yang akan bekerja secara otomatis melindungi motor tersebut.

2. Keawetan Motor BLDC

Motor BLDC yang dilengkapi sistem keamanan ini akan memiliki umur pakai yang lebih panjang karena terhindar dari kondisi kerja yang merusak komponen secara perlahan. Setiap kali suhu, arus, atau tegangan melampaui batas aman, sistem langsung memutus daya sehingga kerusakan komponen internal dapat dicegah sejak dini sebelum menjadi kerusakan yang lebih parah dan mahal.

3. Pemantauan Jarak Jauh

Dengan teknologi IoT yang terintegrasi, kondisi motor dapat dipantau kapan saja dan dari mana saja melalui *smartphone*. Ini sangat bermanfaat secara praktis karena pengguna bisa mengetahui kondisi real-time motornya tanpa harus memeriksa fisik kendaraan secara langsung, sehingga tindakan pencegahan bisa diambil lebih cepat sebelum terjadi kerusakan.

4. Pendidikan dan Penelitian

Penelitian ini dapat menjadi referensi nyata bagi mahasiswa atau peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem proteksi serupa pada kendaraan listrik lainnya, karena menyajikan data pengujian yang konkret dan metode yang dapat direproduksi ulang

DAFTAR PUSTAKA

1. Amalia, Z., Khabib, A., Yudaningtyas, E., Machfuroh, T., Aini, F. A. N., & Rosady, S. D. N. (2023). Field Oriented Control untuk Pengaturan Kecepatan Motor BLDC pada Sepeda Motor Listrik. *Jurnal Elkolind Volume*, 10(9), 1–8.
2. Arinando, L., & Rohman, F. (2020). *Desain dan analisis pengaruh variasi nilai beban dan kecepatan laju kendaraan terhadap suhu kontroler motor BLDC pada purwarupa kendaraan listrik*. 9(2), 183–187.
3. Cahyono, M., Mariza, I., & Wirawan, S. (2022). Electric Bike Monitoring and Controlling System Based on Internet of Things. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi* |, 11(1), 53–60.
4. Dzaky, M., & Hadiatna, F. (2025). *Rancang Bangun Sistem Safety Riding Automatic Engine Brake pada Kendaraan Listrik Atom Alpha*. 129–136.
5. Erlanthiana, A. D., Mulyanto, T., & Kuncoro, H. (2026). Perancangan dan Analisis Sistem Powertrain Direct Drive Berbasis Motor BLDC untuk Aplikasi Mobil Wisata. *Inovasi Mekanikal Dan Aplikasi Teknik*, 2, 1–11.
6. Hidayah, B. O. N., Hadi, W., & Cahyadi, W. (2020). Pengaruh Air Gap Terhadap Unjuk Kerja Motor Brushless Direct Current 3 Fasa Fluks Aksial Stator Ganda. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(2).
7. Prasja, T. R., & Kurniasih, E. (2025). Perlindungan Konsumen Terhadap Penggunaan Sepeda Listrik. *Jurnal Kajian Ilmu Hukum*, 4(2), 231–246.
8. Prastya, H. Y., Dewantara, B. Y., & Diah, I. (2025). Karakteristik Kendaraan Konversi Sepeda Motor Listrik Motor BLDC 2000 Watt Type Hub Drive. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(02), 58–63.
9. SUHARININGSIH, YULIANDA, F., SUNARNO, E., & NUGROHO, M. A. B. (2024). Battery Management System dengan Fitur Adaptive Current Protection terhadap Suhu. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika ISSN(P):*, 12(2).
10. Suhendro, B., Joni, & Harsono, D. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kendali Sepeda Listrik Berbasis Arduino*. 2, 1–8.
11. Achmad, S., Adinugroho, R., Hendrawan, N. S., & Franklin, T. (2023). IoT Based Vehicle Safety Controller Using Arduino. *Engineering, MAThematics and Computer Science (EMACS) Journal*, 5(1), 1–6.

<https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v5i1.9251>

12. Anggraeni, P. M., Sulistiyowati, I., & Wisaksono, A. (2022). Kontrol Pengereman Sepeda Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Monitoring GPS. *JiTEKH*, 10(1), 14–20.
<https://doi.org/10.35447/jitekh.v10i1.564>
13. Nurhannavi, D., Yumono, F., & Rahayu, P. N. (2021). Rancang Bangun Alat Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Dan Gps. *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer*, 1(1), 23–32.
14. Pambudi, K. T., Firmansyah, E., Priambodo, M. D. D., & Muhammad, F. (2026). Proteksi Overheat Pada Pengendali Motor Brushless Direct Current Untuk Becak Listrik Dengan Sensor Suhu Menggunakan Xmc1302. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v14i1.8981>
15. Soeprapto, Hasanah, R. N., & Taufik. (2019). Battery management system on electric bike using lithium-ion 18650. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 10(3), 1529–1537.
<https://doi.org/10.11591/ijpeds.v10.i3.pp1529-1537>