



## Pengaruh Perubahan Diameter dan Jumlah Lilitan Kawat Tembaga terhadap Tegangan dan Temperatur *Stator Coil* Sepeda Motor

Ahmad Azus Azhar Fathoni<sup>1\*</sup>, Khambali<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup> Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang

Korespondensi penulis: [ahmadazusazharfathoni@gmail.com](mailto:ahmadazusazharfathoni@gmail.com)\*

**Abstract.** Adding too many electrical components to a vehicle can cause a lack of electrical energy. To overcome this, the capacity of the charging system needs to be improved. One method is by changing the diameter and number of turns of the copper wire in the stator coil. This study tested various combinations of wire diameter and turns to examine their effects on the voltage and temperature produced by the stator coil. The test used wire diameters of 0.7 mm, 0.9 mm, and 1.1 mm, with 50, 60, and 70 turns, at a constant engine speed of 3000 RPM for 5 minutes. The lowest voltage was recorded with a 0.7 mm diameter and 50 turns 26.5 V at the start and 25.7 V at the end. The highest voltage came from the 1.1 mm diameter with 70 turns 51 V at the start and 48.6 V at the end. The starting temperature for all variations was 36 °C. The lowest end temperature was 47.3 °C (0.7 mm, 50 turns), and the highest was 48.8 °C (1.1 mm, 70 turns). The results show that increasing both diameter and the number of turns raises voltage output, while temperature also increases slightly.

**Keywords:** Diameter, Wire, Winding, Filling System

**Abstrak.** Penambahan komponen kelistrikan secara berlebihan pada kendaraan dapat menyebabkan kekurangan suplai energi listrik. Sehingga diperlukan peningkatan kapasitas sistem pengisian agar daya yang dibutuhkan kendaraan tercukupi, salah satunya dengan mengubah ukuran diameter dan jumlah lilitan kawat tembaga pada kumparan *stator coil*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter dan lilitan terhadap tegangan serta temperatur yang dihasilkan. Pengujian dilakukan pada putaran mesin 3000 rpm selama 5 menit dengan variasi diameter 0,7 mm, 0,9 mm, dan 1,1 mm serta jumlah lilitan 50, 60, dan 70. Hasil menunjukkan tegangan terendah dihasilkan oleh kawat diameter 0,7 mm dengan 50 lilitan, yaitu tegangan awal 26,5 V dan akhir 25,7 V. Tegangan tertinggi dihasilkan oleh kawat diameter 1,1 mm dengan 70 lilitan, yakni tegangan awal 51 V dan akhir 48,6 V. Temperatur awal pada semua variasi sama, yaitu 36 °C. Temperatur akhir terendah sebesar 47,3 °C dihasilkan oleh kawat 0,7 mm dengan 50 lilitan, sedangkan temperatur tertinggi sebesar 48,8 °C dihasilkan oleh kawat 1,1 mm dengan 70 lilitan. Semakin besar diameter dan jumlah lilitan, maka tegangan besar dan temperatur juga meningkat meski tidak terlalu signifikan.

**Kata kunci:** Diameter, Kawat, Lilitan, Sistem Pengisian

### 1. LATAR BELAKANG

Sepeda motor merupakan kendaraan yang banyak digunakan karena kepraktisan dan efisiensinya, dengan sistem kelistrikan yang berperan penting dalam menyuplai daya untuk starter, pengapian, pengisian baterai, serta komponen elektronik lainnya (Arifin, 2020). Sistem pengisian memiliki peran sebagai pembangkit tegangan untuk mensuplai komponen kelistrikan dan mengisi ulang baterai (Matsuani & Rasyid, 2019). Sistem pengisian sepeda motor bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik dan terdiri dari beberapa komponen utama, seperti *rotor magnet*, *stator coil*, *regulator*, serta baterai (Lesmana dkk, 2018).

Dengan berkembangnya teknologi, pengguna kendaraan sering menambahkan komponen kelistrikan sesuai dengan kebutuhan yang dapat meningkatkan risiko kurangan suplai daya, sebab sistem pengisian standar dirancang hanya untuk kebutuhan bawaan

kendaraan (Firdaus, 2018). Jika suplai daya tidak mencukupi dapat menyebabkan fungsi baterai dan komponen kelistrikan lainnya dapat terganggu, bahkan memperpendek masa pakainya (Ngurah dkk, 2025). Peningkatan kapasitas sistem pengisian menjadi penting, salah satunya dengan mengubah diameter dan jumlah lilitan kawat tembaga pada *stator coil*. Perubahan ini memengaruhi tegangan dan daya listrik yang dihasilkan, tetapi juga berdampak pada suhu *stator coil*.

Pada penelitian ini menguji mengenai penggunaan kawat tembaga kumparan *stator coil* dengan diameter yang lebih kecil dan lebih besar dari standar sehingga dapat dianalisa dampak perubahan variasi terhadap tegangan maupun temperatur *stator coil* dan untuk menganalisa keterkaitan dari dengan tegangan keluar yang dihasilkan oleh *stator coil* sistem pengisian. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan desain *stator coil* yang paling efisien dan aman, sehingga mampu meningkatkan pasokan daya listrik kendaraan secara maksimal tanpa mengurangi aspek efisiensi, menambah biaya yang tinggi.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Sistem Pengisian Kendaraan

Sistem pengisian berperan untuk memberi suplai daya listrik pada *engine* maupun sistem kelistrikan lain pada kendaraan. Sistem pengisian merupakan sistem kendaraan yang menghasilkan energi listrik, sehingga dapat mengisi kembali dan mempertahankan suplai energi listrik sehingga baterai tetap stabil, Sistem pengisian bekerja dengan prinsip elektromagnetik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik (Mujib dkk., 2020). Terdapat beberapa komponen sistem pengisian antara lain *Stator Coil*, Rotor Magnet Permanen, *Regulator/rectifier*, Baterai.

### Kawat Tembaga

Kawat tembaga berfungsi sebagai penghasil arus listrik pada proses induksi elektromagnetik. tembaga merupakan material logam *non-ferous* dengan struktur kristal rubik pemusatan sisi (El Maghfiroh & Zaman, 2020). kawat tembaga memiliki ketahanan terhadap korosi serta memiliki konduktivitas listrik dan panas yang baik (Fasdarsyah dkk, 2018). Perubahan temperatur belitan generator ( $\Delta T$ ) dengan resistansi belitan disuhu tertentu ( $R_t$ ) sehingga dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$R_t = R_o (1 + \alpha (\Delta T))$$

Keterangan :

$R_t$  = Resistansi bahan pada suhu tertentu ( $T_{max}$  atau  $T_{min}$ ) ( $\Omega$ )

$R_0$  = Resistansi bahan pada suhu referensi  $36^\circ\text{C}$  atau  $T_{min}$  ( $\Omega$ )

$\alpha$  = Koefisien suhu bahan logam ( $^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = Perubahan temperatur ( $T_2 - T_1$ ) ( $^\circ\text{C}$ )

### **Prinsip Induksi Elektromagnetik**

Prinsip induksi elektromagnetik digunakan dalam sistem pengisian sepeda motor. Konsep induksi elektromagnetik mengandalkan pembentukan medan listrik dengan mengubah medan magnet maupun sebaliknya melalui perubahan fluks magnetik yang melewati suatu konduktor (Pratama, 2023). Mengacu pada hukum Faraday yang menyatakan jika perubahan medan magnet disekitar konduktor dapat menciptakan energi listrik pada konduktor. Pada proses elektromagnet semakin cepat kumparan memotong gaya magnet semakin besar gaya gerak listrik dibangkitkan kumparan (Lubis, 2019).

### **Tegangan Dan Arus**

Dalam sistem pengisian sepeda motor (tegangan) dan arus merupakan parameter dalam mengukur kinerja kelistrikan sistem pengisian. Menurut Siti Nurhabibah Hutagalung & Melda Panjaitan (Hutagalung & Panjaitan, 2018), Arus listrik muncul akibat pergerakan muatan listrik melalui suatu media, sedangkan tegangan timbul karena adanya aliran arus yang melewati hambatan listrik. Sistem pengisian berfungsi menghasilkan energi listrik yang diperlukan oleh kendaraan selama mesin menyala. Tegangan yang dihasilkan kemudian diukur untuk memastikan apakah suplai daya listrik mencukupi kebutuhan sistem kelistrikan kendaraan.

### **Temperatur**

Temperatur adalah parameter dari tingkat panas atau dinginnya suatu benda atau sistem, serta menunjukkan rata-rata energi kinetik partikel dalam zat tersebut. Semakin tinggi temperaturnya, maka semakin cepat pergerakan partikel di dalamnya. Dalam perancangan dan analisis sistem, temperatur menjadi faktor penting karena dapat memengaruhi sifat dan kinerja material konduktor. Kenaikan temperatur pada stator coil dapat menimbulkan kehilangan daya, yang pada akhirnya dapat menurunkan kemampuan hantaran listrik pada kendaraan (Elnizar dkk, 2021).

## Resistansi

Resistansi adalah suatu bentuk hambatan terhadap aliran arus listrik yang terjadi akibat adanya tegangan pada suatu konduktor, dengan satuannya adalah Ohm ( $\Omega$ ). Nilai resistansi pada kumparan kawat tembaga dipengaruhi oleh luas penampang dan panjang kawat tersebut. Perubahan resistansi akibat perubahan suhu dinyatakan sebagai koefisien temperatur resistansi, yang dilambangkan dengan  $\alpha$ . Nilai resistansi suatu konduktor akan mengalami perubahan seiring dengan naik atau turunnya temperatur, sesuai dengan persamaan (Haryanti & Aldimas Romadhoni, 2019).

$$R_t = R_o[1 + \alpha(T-T_o)]$$

Keterangan:

$R_t$  = Nilai resistansi setelah dipanaskan ( $\Omega$ )

$R_o$  = Nilai resistansi sebelum dipanaskan ( $\Omega$ )

$\alpha$  = Koefisien temperatur tembaga ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T$  = Temperatur akhir ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_o$  = Temperatur awal ( $^{\circ}\text{C}$ )

Berdasarkan pada hukum Ohm yang menyatakan jika arus listrik yang mengalir pada sebuah konduktor sebanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan (Saputri dkk, 2025).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen yang digunakan sebagai acuan dalam proses mengkaji hubungan sebab akibat dari variabel bebas, terikat, dan terkontrol. Proses analisa data pada penelitian ini yakni menggunakan metode Regresi Linear Berganda yang merupakan metode statistik guna memprediksi nilai variabel dependen yang didasarkan pada dua atau lebih variabel independent (Sungkawa, 2018).

#### Variabel Penelitian

Pada suatu penelitian terdapat variabel bebas yakni variabel yang dapat dimanipulasi atau dirubah oleh peneliti untuk dapat diamati pengaruhnya terhadap variabel terikat, serta terdapat variabel terkontrol yang dijaga konstan selama penelitian guna memastikan jika perubahan yang terjadi pada variabel terikat hanya disebabkan oleh variabel bebas.

Dalam penelitian ini eksperimen yang dilakukan menggunakan variabel bebas yakni diameter kawat tembaga 0,7, 0,9, dan 0,8 mm dan jumlah lilitan 50, 60, dan 70. Variabel terikat pada penelitian ini yakni tegangan dan temperatur yang dihasilkan *stator coil*. Variabel

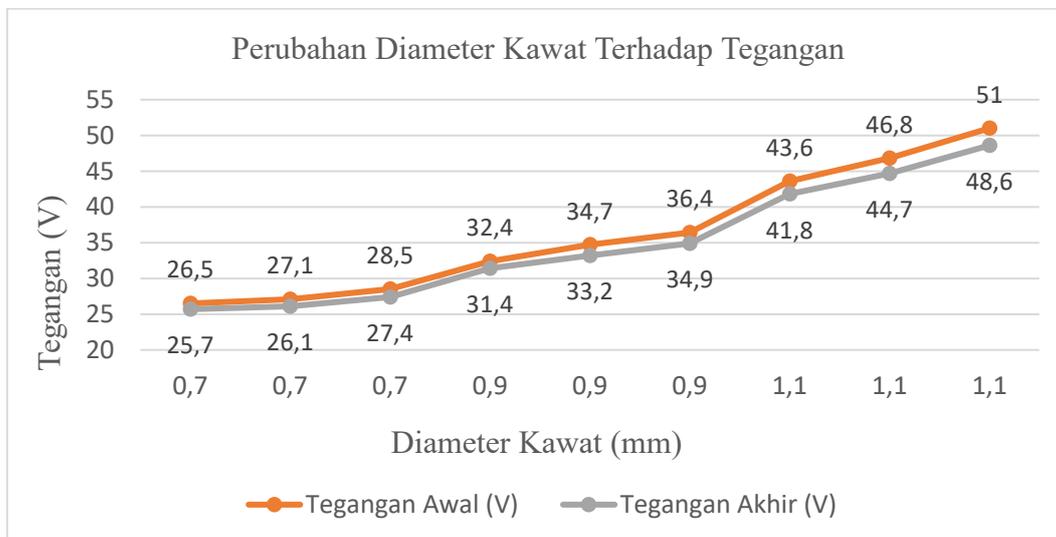
terkontrol pada penelitian ini yakni pengujian dilakukan pada putaran *engine* 3000 rpm dan waktu pengujian selama 5 menit.

### Proses Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian dilakukan dengan menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan kemudian stator coil dipasang pada *engine*, lalu probe dari Avometer dipasang pada kabel output kumparan stator, temperatur pada awal pengujian disamakan pada semua variasi *stator coil* yakni 36 °C. *Engine* dijalankan selama 5 menit dengan bantuan stopwatch pada putaran tetap 3000 rpm. Selama proses ini, dilakukan pengukuran terhadap tegangan keluaran serta temperatur *stator coil*. Pengujian dilakukan secara bergantian pada sembilan *stator coil* yang memiliki variasi diameter dan jumlah lilitan kawat tembaga berbeda. Setiap variasi diuji sebanyak tiga kali sebagai replikasi. Data hasil pengujian dicatat dan didokumentasikan, kemudian diolah untuk dianalisis guna menarik kesimpulan dari penelitian.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

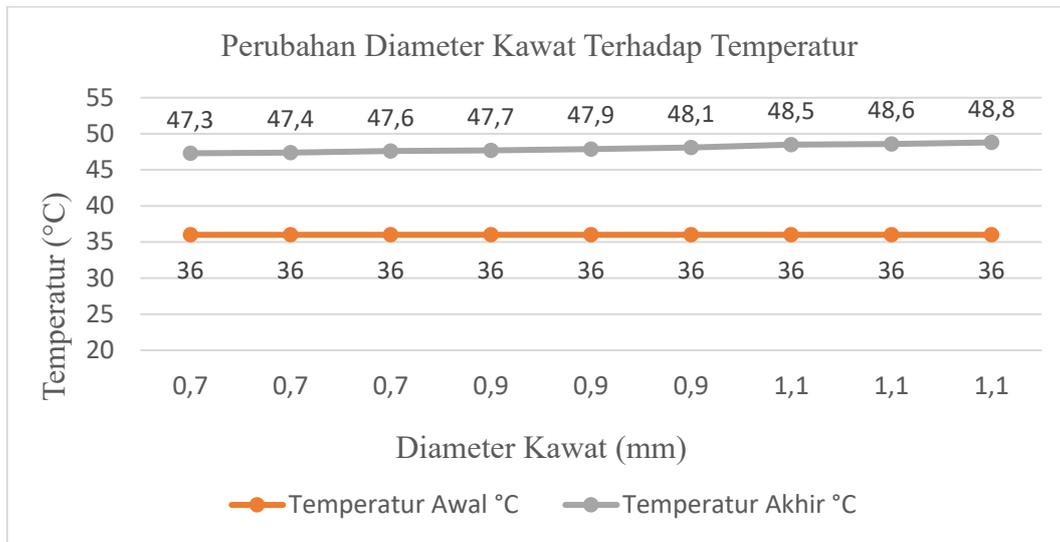
Berikut hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan:



**Gambar 1.** Perubahan Diameter Kawat Terhadap Tegangan

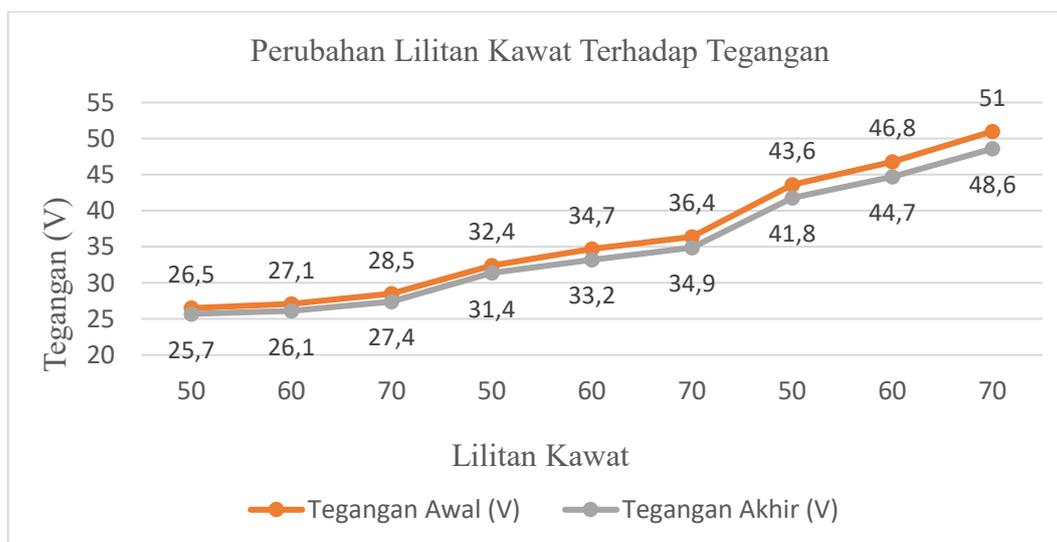
Dari gambar 1 menunjukkan hasil tegangan terendah dihasilkan variasi diameter 0,7 mm dengan tegangan awal pengujian 26,5 V dan tegangan akhir pengujian 25,7 V, berarti tegangan yang dihasilkan mengalami penurunan sebesar 0,8 V. Tegangan tertinggi dihasilkan variasi kawat tembaga diameter 1,1 mm dengan tegangan awal pengujian 51 V dan tegangan akhir pengujian 48,6 V yang berarti tegangan yang dihasilkan mengalami penurunan sebesar 2,4 V.

Dari hasil tersebut penerapan variasi diameter kawat tembaga memiliki dampak pada tegangan yang dihasilkan *stator coil*, semakin besar diameter maka tegangan hasil semakin besar.



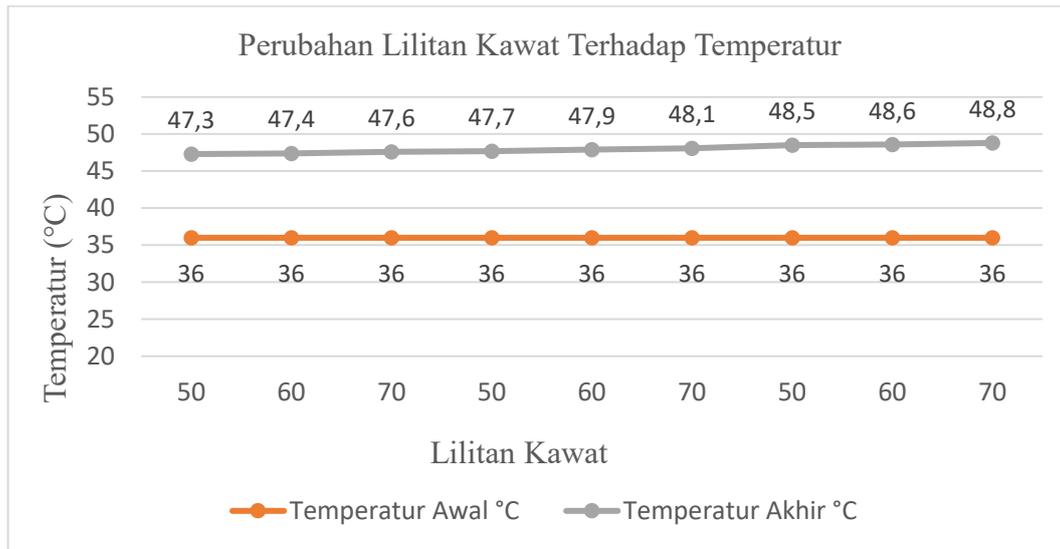
**Gambar 2.** Perubahan Diameter Kawat Terhadap Temperatur

Temperatur pada awal pengujian disamakan pada semua jenis variasi yaitu 36 °C, Pada gambar 2 menunjukan hasil bahwa temperatur terendah akhir pengujian dihasilkan variasi diameter 0,7 mm yakni 47,3 °C, berarti kumparan mengalami kenaikan temperatur sebesar 11,3 °C. Temperatur tertinggi akhir pengujian dihasilkan variasi kawat tembaga diameter 1,1 mm yakni 48,8 °C, berarti temperatur kumparan meningkat sebesar 12,8 °C. Berdasarkan hasil yang diperoleh, variasi diameter kawat tembaga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur yang dihasilkan oleh *stator coil*. Semakin besar diameter kawat tembaga, maka temperatur pada *stator coil* cenderung meningkat.



**Gambar 3.** Perubahan Lilitan Kawat Terhadap Tegangan

Dari gambar 1 menunjukkan hasil tegangan terendah dihasilkan variasi lilitan 50 dengan tegangan awal pengujian 26,5 V dan tegangan akhir pengujian 25,7 V, berarti tegangan yang dihasilkan mengalami penurunan sebesar 0,8 V. Tegangan tertinggi dihasilkan variasi kawat tembaga lilitan 70 dengan tegangan awal pengujian 51 V dan tegangan akhir pengujian 48,6 V yang berarti tegangan yang dihasilkan mengalami penurunan sebesar 2,4 V. Dari hasil tersebut penerapan variasi lilitan kawat tembaga memiliki dampak pada tegangan yang dihasilkan *stator coil*, semakin banyak lilitan kawat tembaga maka tegangan hasil semakin besar.



**Gambar 4.** Perubahan Lilitan Kawat Terhadap Temperatur

Temperatur pada awal pengujian disamakan pada semua jenis variasi yaitu 36 °C, Pada gambar 4 menunjukan hasil bahwa temperatur terendah akhir pengujian dihasilkan variasi lilitan 50 yakni 47,3 °C, berarti kumparan mengalami kenaikan temperatur sebesar 11,3 °C. Temperatur tertinggi akhir pengujian dihasilkan variasi kawat tembaga lilitan 70 yakni 48,8 °C, berarti temperatur kumparan meningkat sebesar 12,8 °C. Berdasarkan hasil yang diperoleh, variasi jumlah lilitan kawat tembaga memberikan pengaruh terhadap temperatur yang dihasilkan oleh *stator coil*. Semakin banyak lilitan kawat tembaga, maka temperatur pada *stator coil* cenderung meningkat.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Perubahan diameter kawat tembaga pada *stator coil* memengaruhi besar kecilnya tegangan dan temperatur yang dihasilkan. Diameter kawat yang lebih besar menghasilkan tegangan yang lebih tinggi, namun pengaruhnya terhadap peningkatan temperatur *stator coil* tidak terlalu signifikan.

perubahan jumlah lilitan kawat tembaga *stator coil* berpengaruh terhadap tegangan dan temperatur yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah lilitan, maka tegangan yang dihasilkan *stator coil* meningkat secara signifikan, begitu juga dengan temperatur *stator coil* juga mengalami kenaikan.

saran yang dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya antara lain: Meneliti mengenai perubahan diameter dan lilitan kumparan terhadap tegangan, arus, dan temperatur. Penggunaan alat ukur yang dapat menyimpan hasil (data logger). Pengambilan dokumentasi yang lebih lengkap.

## DAFTAR REFERENSI

- Arifin, I. N. (2020). *Analisis Sistem Kelistrikan Sepeda Motor Honda Revo 110*.
- El Maghfiroh, R., & Zaman, M. B. (2020). Distribusi Panas Pada Kawat Tembaga Silinder Dengan Arus Listrik. *MAP (Mathematics and Applications) Journal*. <https://doi.org/10.15548/map.v2i2.2262>
- Elnizar, H., Gusmedi, H., & Zebua, O. (2021). Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 KV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan. *Electrician*, 15(2), 116–126. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2197>
- Fasdarsyah, F., David, S., & Afrizal, A. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Email Tembaga Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah. *Teras Jurnal*, 8(1), 323. <https://doi.org/10.29103/tj.v8i1.141>
- Firdaus, F. (2018). Trouble Shooting Sistem Pengisian Pada Kendaraan Prototipecan Am. *Nozzle : Journal Mechanical Engineering*, 5(1). <https://doi.org/10.30591/nozzle.v5i1.801>
- Haryanti, M., & Aldimas Romadhoni, M. (2019). Analisa Perubahan Temperatur Konduktor Dan Tegangan Squib Terhadap Nilai Resistansi Konduktor Pada Rangkaian Emergency Upperdeck Door Pesawat Boeing 747-300. *Jurnal Edu Sains*, 3(2), 1–6.
- Hutagalung, S. N., & Panjaitan, M. (2018). Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 4(2). <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jiaf/article/view/10910/pdf>
- Lesmana, R., Wiryadinata, R., & Martiningsih, W. (2018). Rancang Bangun Pemanfaatan Alternator Sepeda Motor Automatic Untuk Sistem Genset dan Sistem Backup Power. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 7(1), 60. <https://doi.org/10.36055/setrum.v7i1.3464>
- Lubis, S. (2019). *Rancang Bangun Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif Sudirman*. 1(2), 77.
- Matsuani, & Rasyid, M. K. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengisian Aki Mobil Double Fungsi. *Konferensi Technopex 2019*, 268.

- Mujib, A., Rijanto, A., & Zulfika, D. N. (2020). Analisis Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Tegangan Pengisian Baterai Pada Vario 150 cc. *Majamecha*, 2(1), 72–83. <https://doi.org/10.36815/majamecha.v2i1.738>
- Ngurah, I. G., Hernanda, S., Yulistya, I. M., Dimas, N., Asfani, A., Titiek, F., & Devy, S. (2025). *Pemanfaatan Ultrasonic Wave Generator Berbasis Solar Cell serta Monitoring Kelembaban Tanah untuk Membasmi Hama Pertanian Guna Meningkatkan Kualitas Hasil Panen Kelompok Tani Desa Ngronggot*. 9(1).
- Pratama, D. (2023). Reduksi miskonsepsi mahasiswa Teknik Elektro pada materi induksi elektromagnetik melalui laboratorium virtual PhET. *Berkala Fisika Indonesia : Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran Dan Aplikasinya*, 14(2). <https://doi.org/10.12928/bfi-jifpa.v14i2.26397>
- Saputri, D. T., Putri, A. W., Marfa, A., & Buanasari, B. (2025). *Pengaruh Tegangan Terhadap Besar Kuat Arus Listrik Pada Pengukuran Hukum OHM Berbasis Simulasi Phet HTML5*. 4.
- Sungkawa, I. (2018). *Penerapan Regresi Linier Ganda Untuk Mengukur Efisiensi Pola Penggunaan Air Tanah System Rice Intensification (Sri) Di Kabupaten Bandung, Subang, Dan Karawang*.