

Analisis Variasi Putaran *Engine* dan Beban Kelistrikan terhadap Tegangan *Output* Sistem Pengisian Sepeda Motor

Alta Hizkia Chrisnadivanda^{1*}; Yusep Sukrawan¹; Gilang Ciptadi Mahatkarsa¹

¹Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Corresponding Author: altahizkia09@upi.edu

Abstract

This study aimed to analyze changes in the output voltage of a motorcycle charging system under varying variations in engine speed and electrical loading conditions. The study was motivated by the importance of charging system stability in ensuring the proper performance of vehicle electrical components. An experimental method with a quantitative approach was employed using a Yamaha Mio M3 motorcycle. Measurements were conducted at engine speeds of 1000 rpm, 3000 rpm, and 6000 rpm under both no-load and electrical load conditions, including the headlamp, turn signal lamp, and horn. Each measurement was repeated three times to enhance data accuracy and reliability. The results showed that increasing engine speed led to a corresponding increase in output voltage, reaching 13.56 V at 1000 rpm, 13.96 V at 3000 rpm, and 14.16 V at 6000 rpm under no-load conditions. The application of electrical loads resulted in a decrease in output voltage at all engine speed variations. The largest voltage drop occurred when the headlamp and horn were activated simultaneously, with decreases of 0.23 V at both 1000 rpm and 3000 rpm, and 0.20 V at 6000 rpm compared to the no-load condition. Nevertheless, the output voltage remained within the normal operating range of the charging system (12.4–14.8 V). These findings indicate that the Yamaha Mio M3 charging system is capable of maintaining voltage stability under various engine speed and electrical loading conditions.

Keywords: charging system, engine speed, electrical load, voltage

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tegangan *output* sistem pengisian pada variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan sepeda motor. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada pentingnya kestabilan sistem pengisian dalam menunjang kinerja komponen kelistrikan kendaraan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif pada sepeda motor Yamaha Mio M3. Pengukuran dilakukan pada variasi putaran 1000 rpm, 3000 rpm, dan 6000 rpm, baik pada kondisi tanpa beban maupun dengan beban kelistrikan berupa lampu utama, lampu sein, dan klakson. Setiap pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* menyebabkan kenaikan tegangan *output*, yaitu sebesar 13,56 V pada 1000 rpm, 13,96 V pada 3000 rpm, dan 14,16 V pada 6000 rpm pada kondisi tanpa beban. Penggunaan beban kelistrikan menyebabkan penurunan tegangan *output* pada seluruh variasi putaran *engine*. Penurunan tegangan terbesar terjadi pada penggunaan kombinasi lampu utama dan klakson, yaitu sebesar 0,23 V pada putaran 1000 rpm dan 3000 rpm, serta 0,20 V pada putaran 6000 rpm dibandingkan kondisi tanpa beban. Meskipun demikian, tegangan *output* yang dihasilkan masih berada dalam rentang normal sistem pengisian, yaitu 12,4–14,8 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengisian Yamaha Mio M3 tetap mampu mempertahankan kestabilan tegangan pada berbagai variasi putaran *engine* dan kondisi pembebanan kelistrikan.

Kata Kunci: sistem pengisian, putaran *engine*, beban kelistrikan, tegangan

PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat karena memiliki tingkat mobilitas yang tinggi, biaya operasional yang relatif rendah, serta perawatan yang lebih mudah dibandingkan dengan kendaraan lainnya (Tjiptady et al., 2024). Sepeda motor didukung oleh berbagai sistem utama yang saling berkaitan dalam

proses pengoperasiannya, salah satunya adalah sistem kelistrikan kendaraan. Sistem kelistrikan pada sepeda motor berfungsi untuk menyuplai dan mengatur energi listrik yang dibutuhkan oleh berbagai komponen kendaraan. Secara umum, sistem kelistrikan terbagi menjadi sistem kelistrikan *body* dan sistem kelistrikan *engine* yang saling mendukung dalam menunjang kinerja kendaraan (Nasution, 2021). Salah satu bagian penting dari sistem kelistrikan pada sepeda motor adalah sistem pengisian yang berfungsi mengisi ulang baterai sehingga suplai energi listrik pada kendaraan tetap tersedia selama kendaraan digunakan (Darojad et al., 2024). Kondisi ini penting karena baterai (AKI) berperan sebagai penyimpan energi listrik sekaligus menjadi sumber daya bagi berbagai komponen kelistrikan pada kendaraan (Karimah et al., 2023).

Menurut Agustian dalam Muslimin et al. (2024) baterai (AKI) merupakan komponen penting pada kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik serta menyuplai kebutuhan daya bagi berbagai komponen kelistrikan kendaraan. Selain itu, baterai juga dapat diisi kembali melalui sistem pengisian yang terdapat pada kendaraan. Sistem pengisian pada kendaraan sepeda motor dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, di antaranya putaran *engine* dan besarnya beban kelistrikan yang digunakan pada kendaraan tersebut. Perubahan putaran *engine* dapat mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem pengisian sepeda motor (Darojad et al., 2024). Semakin tinggi putaran *engine*, maka energi listrik yang dihasilkan oleh *generator* cenderung meningkat. Sebaliknya, besarnya beban kelistrikan yang digunakan dapat mempengaruhi kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh sistem pengisian contohnya lampu, klakson, sein, dan lampu utama. Penggunaan beban kelistrikan yang tinggi berpotensi menyebabkan penurunan tegangan apabila beban kelistrikan tersebut dijalankan bersama. Sistem pengisian tidak bekerja secara optimal dalam menjaga suplai energi listrik pada kendaraan.

Perubahan pada setiap kondisi putaran *engine* dan besarnya beban kelistrikan dapat mempengaruhi nilai tegangan *output* yang dihasilkan oleh sistem pengisian (Anggoro et al., 2021). Menurut Pambayun et al. (2018) karakteristik daya mesin cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Kondisi tersebut menyebabkan energi mekanik yang tersedia untuk menggerakkan sistem pengisian juga mengalami perubahan sesuai dengan putaran *engine*. Tegangan *output* yang tidak stabil dapat berdampak pada kinerja komponen kelistrikan kendaraan serta mempengaruhi proses pengisian baterai (Lystianingrum, 2021). Sistem pengisian harus mampu menjaga kestabilan tegangan agar suplai energi listrik tetap berada dalam kondisi normal selama kendaraan digunakan. Kestabilan tegangan pada sistem kelistrikan menjadi salah satu aspek penting dalam menjaga kualitas suplai energi listrik pada kendaraan bermotor (Pratticò et al., 2025). Perubahan kondisi beban kelistrikan serta variasi

putaran *engine* dapat mempengaruhi kualitas tegangan *output* yang dihasilkan oleh sistem pengisian. Semakin besar beban kelistrikan yang digunakan, maka kebutuhan energi listrik pada kendaraan juga akan meningkat sehingga sistem pengisian harus mampu menyesuaikan suplai energi listrik secara optimal. Tegangan *output* yang tidak stabil berpotensi menyebabkan terganggunya kinerja komponen kelistrikan kendaraan, seperti sistem penerangan, sistem pengapian, serta proses pengisian baterai. Oleh karena itu, sistem pengisian harus mampu mempertahankan kestabilan tegangan agar suplai energi listrik tetap berada pada kondisi kerja normal selama kendaraan digunakan. Menurut Praticò et al. (2025), kestabilan kualitas daya listrik menjadi faktor penting dalam menjaga keandalan sistem kelistrikan pada berbagai kondisi perubahan beban dan sumber energi listrik. Sistem regulator pada pengisian berfungsi menjaga kestabilan tegangan agar tetap berada pada batas kerja normal selama proses pengisian berlangsung (Hasibuan et al., 2024). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pengisian harus mampu menghasilkan tegangan yang stabil agar dapat menyuplai energi listrik secara optimal ketika kendaraan sedang digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh putaran *engine* terhadap tegangan pengisian baterai pada sepeda motor dan menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* berpengaruh terhadap tegangan pengisian baterai (Mujib et al., 2020). Namun, hingga saat ini masih terbatas penelitian yang menganalisis perubahan tegangan *output* sistem pengisian berdasarkan kombinasi variasi putaran *engine* dan penggunaan beberapa beban kelistrikan secara bersamaan pada sepeda motor. Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang perlu dikaji lebih lanjut. Padahal, pada kondisi operasional kendaraan saat ini, lampu utama umumnya telah menggunakan sistem *Automatic Headlamp On* (AHO), sehingga sistem pengisian bekerja secara terus-menerus untuk menyuplai kebutuhan energi listrik kendaraan (Amiruddin & Rohmanto, 2020). Oleh karena itu, penelitian yang menganalisis perubahan tegangan *output* sistem pengisian berdasarkan kombinasi variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan masih diperlukan. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis perubahan tegangan *output* sistem pengisian berdasarkan kombinasi variasi putaran *engine* (1000 rpm, 3000 rpm, dan 6000 rpm) serta variasi penggunaan beban kelistrikan berupa lampu utama, lampu sein, dan klakson pada sepeda motor Yamaha Mio M3 yang belum dikaji secara bersamaan pada penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tegangan *output* sistem pengisian pada berbagai variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan secara langsung pada sistem pengisian sepeda motor untuk memperoleh data berupa tegangan *output*, di mana sistem pengisian berfungsi untuk menghasilkan energi listrik guna mengisi baterai dan menjaga kestabilan sistem kelistrikan kendaraan (Azhar & Usman, 2024). Metode eksperimen dipilih karena mampu menganalisis hubungan antara variasi putaran *engine* dan beban kelistrikan terhadap tegangan *output* yang dihasilkan (Sukrawan et al., 2026).

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Mio M3 tahun 2020 berkapasitas 125 cc dengan sistem pengisian standar bawaan pabrik. Kondisi AKI pada kendaraan berada pada tegangan awal sebesar 12,4 V sesuai dengan standar sebelum pengujian dilakukan. Objek penelitian yang memiliki karakteristik sesuai dengan kebutuhan penelitian, yaitu sepeda motor yang memiliki sistem pengisian dengan komponen utama berupa spul (*generator*), kiprok (*regulator/rectifier*), dan baterai (AKI).

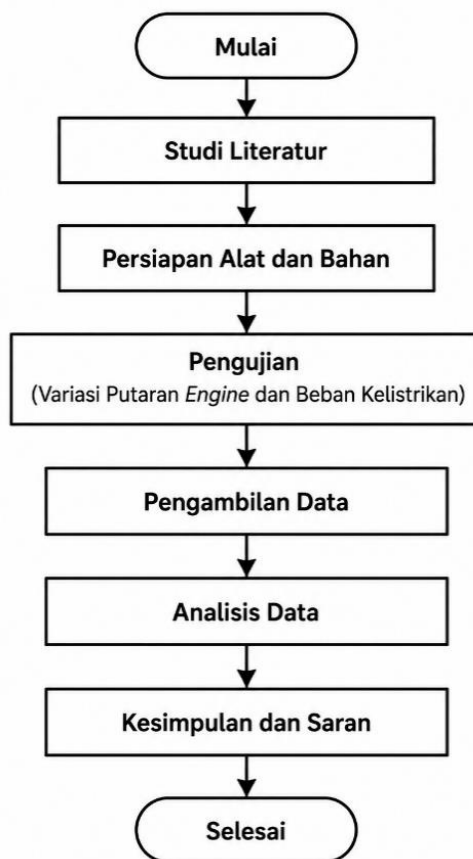
Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari multimeter analog merek Winner tipe YX-360TRN dan tingkat akurasi $\pm 3\%$, yang digunakan untuk mengukur tegangan *output* sistem pengisian. Selain itu, digunakan *scanner* EFI sepeda motor merek MST untuk membaca data putaran *engine* (RPM) pada sepeda motor Yamaha Mio M3. Instrumen yang digunakan telah dikalibrasi sesuai prosedur standar untuk memastikan tingkat akurasi dan reliabilitas pengukuran. Sebelum digunakan, multimeter analog Winner tipe YX-360TRN dilakukan penyetelan posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*) dan pengecekan pembacaan menggunakan sumber tegangan yang diketahui nilainya. *Scanner* EFI MST juga diperiksa fungsi pembacaan putaran *engine* untuk memastikan data yang ditampilkan sesuai dengan kondisi operasi kendaraan.

Sebelum pengujian dilakukan, kondisi kendaraan diperiksa untuk memastikan sistem pengisian, baterai (AKI), lampu utama, lampu sein, dan klakson berada dalam kondisi normal serta menggunakan spesifikasi standar bawaan pabrik. Tegangan awal baterai sebelum pengujian sebesar 12,4 V sesuai dengan kondisi standar pengujian. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Yamaha Mio M3 tahun 2020 dengan kapasitas *engine* 125 cc dan sistem pengisian standar pabrikan.

Untuk memastikan keakuratan hasil pengukuran, instrumen yang digunakan diperiksa terlebih dahulu sebelum pengambilan data. Multimeter analog Winner tipe YX-360TRN dan *scanner* EFI MST dilakukan pengecekan fungsi dengan membandingkan hasil pembacaan terhadap kondisi kerja normal alat. Pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan yang relatif konstan untuk meminimalkan pengaruh faktor eksternal terhadap hasil pengukuran.

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur

penelitian pada Gambar 1. Diagram alur tersebut menjelaskan urutan pelaksanaan penelitian mulai dari tahap persiapan alat dan bahan, pemeriksaan awal kendaraan, proses pengujian pada berbagai variasi putaran engine dan beban kelistrikan, hingga tahap pengolahan dan analisis data.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Proses pengukuran diawali dengan menyalakan *engine* sepeda motor pada kondisi *idle*, kemudian dilakukan pengecekan awal untuk memastikan seluruh komponen yang akan diteliti, seperti sistem pengisian, baterai (AKI), lampu, klakson, dan lampu sein, berada dalam kondisi normal. Setelah pengecekan awal, *engine* dijalankan pada beberapa variasi putaran *engine* (RPM), yaitu 1000 rpm, 3000 rpm, dan 6000 rpm. Pemilihan putaran tersebut didasarkan pada representasi kondisi operasi sepeda motor, yaitu 1000 rpm sebagai putaran *idle* (stasioner), 3000 rpm sebagai putaran menengah, dan 6000 rpm sebagai putaran tinggi. Variasi putaran tersebut digunakan untuk mengamati perubahan tegangan *output* sistem pengisian pada berbagai kondisi operasional kendaraan. Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* menyebabkan kenaikan tegangan pengisian yang dihasilkan sistem pengisian kendaraan (Sukrawan et al., 2026).

Pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan beban kelistrikan dengan mengukur

tegangan *output* sistem pengisian menggunakan *multitester* analog. Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan menggunakan beban kelistrikan berupa lampu utama 12 V/7 W, lampu sein 12 V/10 W, dan klakson 12 V dengan daya 24 W yang merupakan komponen kelistrikan sepeda motor Yamaha Mio M3 pada variasi putaran *engine* yang sama. Pengukuran tegangan *output* dilakukan menggunakan *multitester* analog dan didukung dengan alat *scanner* untuk memperoleh data yang lebih akurat. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas hasil pengukuran. Kemudian penelitian diambil pada kondisi *engine* stabil untuk meminimalkan kesalahan pembacaan.

Data penelitian diperoleh dengan mencatat hasil pengukuran tegangan pada setiap kondisi pengujian. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk meningkatkan reliabilitas data. Hasil pengukuran dari tiga kali pengulangan kemudian diolah dengan menghitung nilai rata-rata pada setiap kondisi pengujian. Nilai rata-rata tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan hubungan antara variasi putaran *engine*, penggunaan beban kelistrikan, dan perubahan tegangan *output* sistem pengisian (Sukrawan et al., 2026).

HASIL DAN PEMBAHASAN

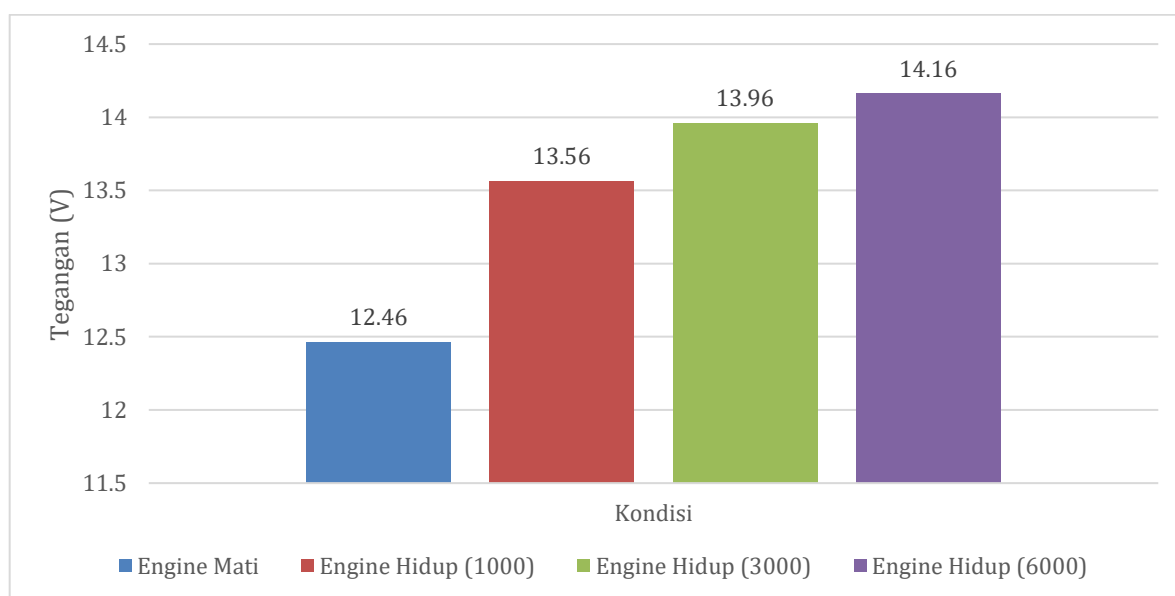
Hasil

Hasil pengukuran menunjukkan adanya perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sistem pengisian pada berbagai kondisi pengoperasian sepeda motor. Perbedaan tegangan terlihat antara kondisi *engine* mati dan *engine* hidup, yang menunjukkan adanya peningkatan tegangan setelah sistem pengisian beroperasi. Selain itu, variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan juga memberikan pengaruh terhadap besarnya tegangan *output* yang dihasilkan. Secara umum, tegangan *output* cenderung meningkat seiring bertambahnya putaran *engine*, sedangkan penggunaan beban kelistrikan menyebabkan terjadinya penurunan tegangan *output*. Meskipun demikian, sistem pengisian tetap mampu menghasilkan tegangan yang berada dalam rentang kerja normal pada seluruh kondisi pengujian. Dokumentasi proses pengukuran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Setup Pengukuran Tegangan Baterai

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan *output* sistem pengisian mengalami perubahan pada berbagai kondisi pengoperasian sepeda motor. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan yang diberikan pada sistem. Secara umum, peningkatan putaran *engine* cenderung meningkatkan tegangan *output* yang dihasilkan, sedangkan penggunaan beban kelistrikan berupa lampu utama, lampu sein, dan klakson menyebabkan penurunan tegangan *output* dibandingkan kondisi tanpa beban. Selain itu, hasil pengukuran awal menunjukkan adanya perbedaan tegangan baterai antara kondisi *engine* mati dan *engine* hidup. Tegangan baterai pada kondisi *engine* hidup lebih tinggi dibandingkan kondisi *engine* mati, yang mengindikasikan bahwa sistem pengisian telah bekerja dalam menyuplai energi listrik ke baterai. Perbandingan tegangan baterai pada kedua kondisi tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan Tegangan Baterai pada Kondisi *Engine* Mati dan *Engine* 1000 rpm – 6000 rpm

Peningkatan putaran *engine* menunjukkan kenaikan tegangan *output* yang dihasilkan oleh sistem pengisian sepeda motor. Hal ini terlihat dari adanya kecenderungan peningkatan nilai tegangan seiring dengan bertambahnya putaran *engine*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa tegangan rata-rata pada putaran 1000 rpm sebesar 13,56 V. Nilai tersebut kemudian mengalami peningkatan menjadi 13,96 V pada putaran 3000 rpm, dan selanjutnya mencapai 14,16 V pada putaran 6000 rpm.

Peningkatan tegangan tersebut menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara putaran *engine* dengan tegangan *output* sistem pengisian. Semakin tinggi putaran *engine*, maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh spul sehingga tegangan *output* yang

dihasilkan juga meningkat. Peningkatan tegangan *output* tersebut dipengaruhi oleh kinerja komponen spul (*generator*) dan kiprok (*regulator/rectifier*) pada sistem pengisian sepeda motor. Spul berfungsi menghasilkan energi listrik berdasarkan putaran *engine*, sehingga semakin tinggi putaran *engine* maka semakin besar tegangan *AC* yang dihasilkan. Tegangan tersebut kemudian diatur dan disearahkan oleh kiprok menjadi arus *DC* yang stabil sebelum disalurkan ke baterai dan komponen kelistrikan lainnya. Sistem pengisian bekerja dengan mengatur dan mengonversikan tegangan agar dapat disalurkan sesuai kebutuhan baterai dan sistem kelistrikan kendaraan (Achlisson et al., 2024). Komponen kiprok pada sistem pengisian berfungsi mengatur aliran arus listrik sehingga tegangan yang dihasilkan dapat disalurkan secara stabil menuju baterai dan sistem kelistrikan kendaraan (Sarib, 2021). Pada kondisi penggunaan beban kelistrikan seperti lampu utama, lampu sein, dan klakson, sebagian energi listrik yang dihasilkan sistem pengisian digunakan untuk menyuplai beban tersebut sehingga tegangan *output* mengalami sedikit penurunan. Namun, nilai tegangan yang dihasilkan masih berada dalam rentang kerja normal sistem pengisian. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengisian masih mampu merespons perubahan putaran *engine* dan beban kelistrikan dengan baik sehingga kestabilan tegangan tetap terjaga. Sistem pengisian berfungsi menjaga suplai energi listrik pada baterai agar kebutuhan sistem kelistrikan kendaraan tetap terpenuhi selama kendaraan digunakan (Mboi et al., 2021). Kestabilan kondisi kerja sistem kelistrikan dan baterai menjadi faktor penting dalam menjaga performa serta keandalan sistem pengisian kendaraan. Kondisi temperatur dan kestabilan sistem kelistrikan dapat mempengaruhi kinerja baterai serta proses distribusi energi listrik pada sistem pengisian. Oleh karena itu, sistem pengisian harus mampu mempertahankan kondisi kerja yang stabil agar suplai energi listrik tetap optimal selama kendaraan digunakan (Lencwe et al., 2021). Sistem pengisian bekerja secara optimal dalam merespons perubahan putaran *engine* sehingga tegangan *output* tetap berada dalam rentang kerja normal. Kestabilan kondisi kerja sistem kelistrikan dan baterai menjadi faktor penting dalam menjaga performa serta keandalan sistem pengisian kendaraan (Lencwe et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran *engine*, maka tegangan *output* yang dihasilkan cenderung meningkat (Muliawan et al., 2022). Hasil pengukuran awal menunjukkan adanya perbedaan tegangan baterai antara kondisi *engine* mati dan *engine* hidup. Perbandingan nilai tegangan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Tegangan Baterai Sebelum dan Sesudah Sistem Pengisian Bekerja

Kondisi	Tegangan (V)	Δ Tegangan (V)	Perubahan (%)
<i>Engine</i> mati	12,46	-	-
<i>Engine</i> hidup	13,56	+1,10	+8,83

Berdasarkan Tabel 1, tegangan baterai meningkat dari 12,46 V pada kondisi *engine* mati menjadi 13,56 V saat *engine* hidup, dengan kenaikan sebesar 1,10 V atau 8,83%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengisian mampu meningkatkan tegangan baterai setelah *engine* dioperasikan. Selain itu, penggunaan beban kelistrikan berupa lampu utama, lampu sein, dan klakson menyebabkan penurunan tegangan *output* pada seluruh variasi putaran *engine* yang diuji. Penurunan tegangan cenderung meningkat seiring bertambahnya beban kelistrikan yang digunakan. Meskipun demikian, seluruh hasil pengukuran masih berada dalam rentang kerja normal sistem pengisian, sehingga sistem tetap mampu menjaga kestabilan suplai energi listrik kendaraan pada berbagai kondisi pengoperasian. Selanjutnya, pengukuran tegangan output sistem pengisian dilakukan pada berbagai variasi putaran *engine* dan kondisi pembebanan kelistrikan. Hasil pengukuran lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tegangan *Output* Sistem Pengisian pada Variasi Putaran *Engine* dan Beban Kelistrikan

RPM	Kondisi Beban	Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)	Rerata \pm SD	ΔV	Δ (%)
1000 rpm	Tanpa Beban	13,54	13,56	13,58	13,56 \pm 0,02	-	-
	Lampu 12 V/7 W	13,42	13,43	13,44	13,43 \pm 0,01	-0,13	-0,96
	Lampu 12 V/7 W & Sein	13,38	13,40	13,42	13,40 \pm 0,02	-0,16	-1,18
	Lampu 12 V/7 W & Klakson 12 V/24 W	13,32	13,33	13,34	13,33 \pm 0,01	-0,23	-1,70
3000 rpm	Tanpa Beban	13,94	13,96	13,98	13,96 \pm 0,02	-	-
	Lampu 12 V/7 W	13,82	13,83	13,84	13,83 \pm 0,01	-0,13	-0,93
	Lampu 12 V/7 W & Sein	13,78	13,80	13,82	13,80 \pm 0,02	-0,16	-1,15
	Lampu 12 V/7 W & Klakson 12 V/24 W	13,71	13,73	13,75	13,73 \pm 0,02	-0,23	-1,65

RPM	Kondisi Beban	Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)	Rerata \pm SD	ΔV	Δ (%)
6000 rpm	Tanpa Beban	14,14	14,16	14,18	14,16 \pm 0,02	-	-
	Lampu 12 V/7 W	14,04	14,06	14,08	14,06 \pm 0,02	-0,10	-0,71
	Lampu 12 V/7 W & Sein	14,03	14,06	14,09	14,06 \pm 0,03	-0,10	-0,71
	Lampu 12 V/7 W & Klakson 12 V/24 W	13,94	13,96	13,98	13,96 \pm 0,02	-0,20	-1,41

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 2, diperoleh nilai rata-rata tegangan *output* sistem pengisian yang selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis penelitian. Nilai rata-rata hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Tegangan *Output* Sistem Pengisian pada Variasi Putaran *Engine* dan Beban Kelistrikan

RPM	Tanpa Beban	Lampu 12 V/7 W	Lampu 12 V/7 W & Sein 12V/10 W	Lampu 12 V/7 W & Klakson 12 V/24 W
1000 rpm	13,56	13,43	13,40	13,33
3000 rpm	13,96	13,83	13,80	13,73
6000 rpm	14,16	14,06	14,06	13,96

Pada putaran 1000 rpm, penggunaan lampu menyebabkan penurunan tegangan sebesar 0,13 V, kombinasi lampu dan sein sebesar 0,16 V, serta kombinasi lampu dan klakson sebesar 0,23 V dibandingkan kondisi tanpa beban. Penurunan tegangan terbesar terjadi pada kondisi penggunaan beban kelistrikan berupa lampu utama dan klakson yang diaktifkan secara bersamaan. Berdasarkan hasil pengujian, selisih penurunan tegangan yang terjadi sebesar 0,23 V pada putaran 1000 rpm dan 3000 rpm, serta sebesar 0,20 V pada putaran 6000 rpm. Nilai penurunan ini menunjukkan bahwa kombinasi beban tersebut menunjukkan penurunan tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan beban tunggal maupun kombinasi beban lainnya.

Besarnya penurunan tegangan pada kondisi tersebut disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan arus listrik untuk menyuplai dua komponen kelistrikan secara bersamaan, sehingga sebagian energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian dialihkan untuk memenuhi kebutuhan beban tersebut. Akibatnya, tegangan *output* yang tersedia untuk pengisian baterai

mengalami penurunan. Meskipun demikian, nilai tegangan yang dihasilkan masih berada dalam rentang kerja normal sistem pengisian, sehingga tidak mengganggu kinerja keseluruhan sistem kelistrikan sepeda motor.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan kenaikan tegangan *output* pada sistem pengisian sepeda motor. Hal ini ditunjukkan oleh adanya kecenderungan peningkatan nilai tegangan seiring dengan bertambahnya putaran *engine* pada setiap kondisi pengujian.

Pada penelitian ini, tegangan *output* meningkat dari 13,56 V pada putaran 1000 rpm menjadi 13,96 V pada putaran 3000 rpm dan mencapai 14,16 V pada putaran 6000 rpm. Temuan ini sejalan dengan penelitian Mujib et al. (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* berpengaruh terhadap kenaikan tegangan pengisian baterai. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran *engine*, semakin besar kemampuan sistem pengisian dalam menghasilkan energi listrik sehingga tegangan *output* yang tersedia untuk proses pengisian baterai dan penyediaan daya bagi sistem kelistrikan kendaraan juga meningkat. Pada penelitian ini, peningkatan tegangan tetap terjadi pada seluruh variasi pembebanan, yang menunjukkan bahwa sistem pengisian Yamaha Mio M3 masih mampu mempertahankan kinerja pengisian meskipun terdapat tambahan kebutuhan daya dari komponen kelistrikan kendaraan.

Sebaliknya, penggunaan beban kelistrikan menyebabkan terjadinya penurunan tegangan *output* pada sistem pengisian. Penurunan ini terjadi karena energi listrik yang dihasilkan oleh spul tidak hanya digunakan untuk proses pengisian baterai, tetapi juga dialokasikan untuk menyuplai berbagai komponen kelistrikan kendaraan seperti lampu utama, lampu sein, dan klakson. Semakin besar beban kelistrikan yang digunakan, maka semakin besar pula arus yang dibutuhkan oleh sistem. Kondisi tersebut menyebabkan tegangan pada sistem cenderung mengalami penurunan akibat pembagian energi listrik ke berbagai komponen (Pasaribu et al., 2025).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan tegangan terbesar terjadi pada kombinasi beban lampu utama dan klakson, yaitu sebesar 0,23 V pada putaran 1000 rpm dan 3000 rpm, serta 0,20 V pada putaran 6000 rpm. Kondisi ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua komponen tersebut membutuhkan daya yang lebih besar dibandingkan kombinasi lampu dan sein, sehingga sistem pengisian harus menyuplai arus yang lebih tinggi. Akibatnya, sebagian energi listrik yang dihasilkan dialihkan untuk memenuhi kebutuhan beban tersebut dan

menyebabkan tegangan *output* mengalami penurunan yang lebih besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa besarnya penurunan tegangan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah komponen yang digunakan, tetapi juga oleh karakteristik kebutuhan daya masing-masing komponen kelistrikan.

Menariknya, pada putaran 6000 rpm penurunan tegangan yang terjadi relatif lebih kecil dibandingkan pada putaran 1000 rpm dan 3000 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada putaran *engine* yang lebih tinggi, sistem pengisian memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memenuhi kebutuhan energi listrik kendaraan. Dengan meningkatnya putaran *engine*, energi listrik yang dihasilkan sistem pengisian juga meningkat sehingga pengaruh beban terhadap penurunan tegangan menjadi lebih kecil. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Mujib et al. (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* berkorelasi dengan meningkatnya kemampuan sistem pengisian dalam menghasilkan tegangan pengisian yang lebih tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pengisian Yamaha Mio M3 masih memiliki kapasitas yang memadai untuk mempertahankan kestabilan tegangan meskipun menerima beban kelistrikan tambahan. Meskipun terjadi penurunan tegangan akibat penggunaan beban, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengisian masih mampu mempertahankan tegangan dalam batas kerja normal. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengisian pada sepeda motor Yamaha Mio M3 masih berfungsi dengan baik dan mampu bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi operasional, baik pada kondisi tanpa beban maupun saat diberikan beban kelistrikan. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem pengisian mampu menyesuaikan distribusi energi listrik sesuai kebutuhan komponen kendaraan sehingga sistem kelistrikan tetap bekerja dengan baik meskipun terjadi penambahan beban (Norhidayah et al., 2026).

Selain itu, kenaikan tegangan yang terjadi saat *engine* dihidupkan menunjukkan bahwa sistem pengisian telah berfungsi dengan baik dalam menghasilkan energi listrik yang cukup untuk mengisi baterai sekaligus menyuplai kebutuhan seluruh komponen kelistrikan kendaraan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengisian memiliki kemampuan untuk merespons perubahan kondisi operasional kendaraan secara efektif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem pengisian memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kestabilan, kinerja, dan keandalan sistem kelistrikan sepeda motor pada berbagai kondisi penggunaan, baik dalam kondisi tanpa beban maupun saat menerima beban kelistrikan.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis dalam proses diagnosis sistem pengisian sepeda motor. Tegangan *output* yang berada pada rentang 13,33–14,16 V menunjukkan bahwa sistem pengisian Yamaha Mio M3 masih bekerja dalam kondisi normal pada berbagai variasi putaran *engine* dan pembebanan kelistrikan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai

referensi dalam pemeriksaan sistem pengisian sepeda motor. Apabila hasil pengukuran tegangan berada di bawah rentang tersebut, maka dapat menjadi indikasi adanya gangguan pada komponen sistem pengisian seperti spul, kiprok (*regulator/rectifier*), atau baterai.

Selain itu, pola perubahan tegangan yang diperoleh pada penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam diagnosis dini sistem pengisian. Pada sistem yang bekerja normal, peningkatan putaran *engine* seharusnya diikuti oleh peningkatan tegangan *output* dan penurunan tegangan akibat pembebanan masih berada pada batas yang wajar. Apabila pada putaran *engine* yang lebih tinggi tegangan tidak mengalami peningkatan atau justru turun secara signifikan ketika diberikan beban, kondisi tersebut dapat mengindikasikan adanya gangguan pada komponen sistem pengisian, seperti spul, kiprok (*regulator/rectifier*), atau baterai. Dengan demikian, data hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pembandingan dalam proses pemeriksaan dan pemeliharaan sistem pengisian sepeda motor.

Selain memiliki implikasi praktis dalam proses diagnosis sistem pengisian, hasil penelitian ini juga memiliki kontribusi terhadap pembelajaran vokasi otomotif, khususnya pada materi sistem pengisian sepeda motor. Data hasil pengujian mengenai pengaruh variasi putaran *engine* dan penggunaan beban kelistrikan terhadap tegangan *output* dapat digunakan sebagai referensi dalam kegiatan pembelajaran praktik maupun demonstrasi di bengkel pendidikan. Dengan demikian, peserta didik dapat memahami hubungan antara kondisi operasional kendaraan dengan kinerja sistem pengisian secara lebih kontekstual dan berbasis data hasil pengujian.

Penelitian ini hanya dilakukan pada satu jenis sepeda motor, yaitu Yamaha Mio M3 dengan sistem pengisian standar bawaan pabrik. Pengujian hanya berfokus pada pengukuran tegangan *output* sistem pengisian. Selain itu, variasi beban kelistrikan yang digunakan masih terbatas pada komponen kendaraan. Penelitian ini belum menggunakan variasi beban kelistrikan di atas spesifikasi standar kendaraan sehingga perubahan tegangan pada kondisi beban berlebih belum dapat dianalisis secara lebih mendalam.

KESIMPULAN

Sistem pengisian Yamaha Mio M3 mampu mempertahankan tegangan *output* dalam rentang kerja normal pada seluruh variasi putaran *engine* dan kondisi pembebanan yang diuji. Meskipun penggunaan beban kelistrikan berupa lampu utama, lampu sein, dan klakson menyebabkan penurunan tegangan *output*, sistem pengisian tetap bekerja secara stabil dengan rentang tegangan 13,33–14,16 V. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan putaran *engine* diikuti oleh kenaikan tegangan *output* sistem pengisian, sedangkan peningkatan beban kelistrikan menyebabkan penurunan tegangan *output*.

Temuan ini memiliki implikasi praktis sebagai acuan dalam proses diagnosis sistem pengisian sepeda motor. Nilai tegangan output yang diperoleh dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja komponen sistem pengisian, seperti spul, kiprok (*regulator/rectifier*), dan baterai, sehingga membantu teknisi dalam mengidentifikasi gangguan pada sistem kelistrikan kendaraan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji sistem pengisian pada variasi beban kelistrikan yang lebih besar atau melebihi spesifikasi standar kendaraan serta melibatkan berbagai jenis sepeda motor agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik dan kemampuan sistem pengisian pada berbagai kondisi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Achlison, U., Santoso, J. T., Rozikin, K., & Silalahi, F. D. (2024). Analisis pengisian baterai aki kendaraan listrik menggunakan sumber daya dari panel surya dan PLN. *Elkom Jurnal Elektronika dan Komputer*, 17(2), 622–625, from <https://doi.org/10.51903/ELKOM.V17I2.2128>.
- Amiruddin, M., & Rohmanto, D. (2020). Modifikasi sistem penerangan AHO dengan pengisian fullwave untuk meningkatkan arus dan tegangan pengisian pada motor Honda Scoopy. *Journal of Automotive Technology Vocational Education*, 1(2), 9–18, from <https://doi.org/10.31316/JATVE.V1I2.990>.
- Anggoro, S., Nurisna, Z., Safitri, M., & Pratama, A. W. (2021). Analisis sistem kelistrikan body pada sepeda motor Suzuki Nex-FI. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 2(2), 75–79, from <https://doi.org/10.18196/jqt.v2i2.10693>.
- Azhar, M., & Usman, M. K. (2024). Analisis sistem pengisian baterai pada robot kendali pengangkut sampah. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 13(1), from <https://doi.org/10.30591/nozzle.v13i1.6673>.
- Darojad, A. I., Putra, H. S., Pratiwi, Y. R., & Akuan, A. (2024). Pengaruh diameter serta gulungan terhadap arus dan tegangan dalam pengisian fullwave motor Supra. *Journal of Science Nusantara*, 4(2), 65–70, from <https://doi.org/10.28926/jsnu.v4i2.1490>.
- Hasibuan, A., Daud, M., Hutagalung, R. S., Kartika, N., N., I. M. A., & Almunadiansyah, R. (2024). Battery charger regulator with fully controlled return 15 V/5 A in uninterruptible power supply. *International Journal of Applied Power Engineering*, 13(1), 45–51, from <https://doi.org/10.11591/IJAPE.V13.I1.PP45-51>.
- Karimah, C. N., Zain, A. T., & Nofiansyah, A. L. (2023). Analisa baterai sebagai sumber kelistrikan kendaraan roda dua ditinjau dari kapasitas dan efisiensi. *Jurnal Teknik Terapan*, 2(1), 1–11, from <https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.24>.
- Lencwe, M. J., Chowdhury, S. D., Mahlangu, S., Sibanyoni, M., & Ngoma, L. (2021). An efficient HVAC network control for safety enhancement of a typical uninterrupted power supply battery storage room. *Energies*, 14(16), 5155, from <https://doi.org/10.3390/EN14165155>.
- Lystianingrum, V. (2021). *Mengenal lebih dekat baterai dan ultracapacitor*. Deepublish. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=dltCEQAAQBAJ>
- Mboi, W. W., Nachrowie, N., Gumilang, Y. S. A., & Sari, R. D. J. K. (2021). Sistem monitoring dan pengisian daya baterai pada sepeda motor listrik secara adaptive. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, 3(2), 77–82, from <https://doi.org/10.26905/JASIEK.V3I2.8375>.

- 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, from <https://doi.org/10.36815/majamecha.v2i1.738>.
- Muliawan, A., Ramadhan, M. D. A., & Anoi, Y. H. (2022). Variasi tegangan pompa terhadap kinerja mesin sepeda motor Honda Scoopy. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 8(2), 16–21, from <https://doi.org/10.32487/JST.V8I2.1669>.
- Muslimin, I., Farid, M., & Mandra, M. A. S. (2024). Analisis kinerja battery charging menggunakan tenaga surya untuk kendaraan roda dua. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 7(1), 1–12.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik baterai sebagai penyimpan energi listrik secara spesifik. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 6(1), 35–40, from <https://doi.org/10.30743/JET.V6I1.3797>.
- Norhidayah, S., Saputra, H., Anoi, Y. H., & Ratnawati, R. (2026). Pengaruh variasi campuran air suling dan air mineral pada larutan elektrolit terhadap tegangan aki. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 6(1), 6–16, from <https://doi.org/10.52158/fym0zz84>.
- Pambayun, N. A. Y., Sukoco, S., Suyanto, W., & Sudarwanto, S. (2018). Konsep modifikasi untuk meningkatkan daya mesin sepeda motor. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 1(1), 38–53.
- Pasaribu, S., Ginting, T., Surbakti, A., Sembiring, R., & Harahap, A. J. (2025). Pengaruh variasi nilai resistor pada regulator terhadap pengisian baterai 12 V, 50 A: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(2), 12650–12653, from <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.4100>.
- Pratticò, D., Laganà, F., Versaci, M., Franković, D., Jakoplić, A., Vlahinić, S., & La Foresta, F. (2025). Enhancing power quality and reducing costs in hybrid AC/DC microgrids via fuzzy EMS. *Energies*, 18(22), 5985, from <https://doi.org/10.3390/EN18225985>.
- Santoso, I., Madiistriyatno, H., & Rachmatullah, A. (2021). *Metodologi penelitian kuantitatif*. Indigo Media. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=bRFTEAAAQBAJ>
- Sukrawan, Y., Khoerunnisa, T., Saufan, A., Mahatkarsa, G. C., Noor, R. A. M., Mubarak, I., & Permana, T. (2026). Analisis kinerja alternator IC terhadap output tegangan pada beban listrik kendaraan ringan. *Auto Tech: Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo*, 21(1), 41–50.
- Tjiptady, B. C., Fitriani, I. M., Rahman, R. Z., Zamzami, M. R. A., Zamzami, M. A., & Darmawan, K. (2024). Vespa motorcycle lighting modification using AHP system with fullwave ignition. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 2013–2019, from <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4820>.