

Perancangan dan Analisis Kinerja E-Fort (*Electric Fortress*) Sebagai Alat Penstabil dan Proteksi Arus Listrik Pada Sistem Kelistrikan Sepeda Motor Honda Adv 150

Junaidi, Din Aswan Amran Ritonga, Andre Gunawan Rusadi

Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan, Medan

junaidi@unhar.ac.id; andregwn234@gmail.com

Abstrak

*Sistem kelistrikan pada sepeda motor berperan penting dalam menunjang performa dan keandalan komponen kendaraan. Fluktuasi arus dan tegangan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan dini pada komponen kelistrikan, terutama saat beban tambahan diaktifkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja alat E-FORT (*Electric Fortress*) sebagai perangkat penstabil arus dan tegangan listrik pada sistem kelistrikan sepeda motor Honda ADV 150. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan melakukan pengukuran tegangan dan arus sebelum dan sesudah pemasangan E-FORT pada berbagai kombinasi beban kelistrikan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis melalui grafik dan tabel perbandingan untuk menilai efektivitas alat dalam menjaga kestabilan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat E-FORT mampu menekan fluktuasi tegangan dan arus yang terjadi saat beban aktif. Tegangan yang sebelumnya mengalami penurunan signifikan saat beban aktif dapat dipertahankan mendekati nilai awal setelah pemasangan alat. Meskipun fitur proteksi arus lebih dan suhu masih dalam tahap pengembangan (prototype), hasil penelitian ini membuktikan bahwa E-FORT memiliki potensi sebagai alat pendukung tindakan preventif dalam pemeliharaan sistem kelistrikan kendaraan roda dua*

Kata Kunci : *Stabilisasi, Tegangan, Arus, Kelistrikan, Preventif, Sepeda Motor*

I. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan pada sepeda motor memegang peranan vital dalam mendukung operasional berbagai komponen seperti penerangan, pengisian, dan pengapian. Keandalan sistem ini menjadi faktor utama dalam menentukan kenyamanan dan keselamatan pengendara. Menurut Dela Daliva (2024), gangguan pada sistem kelistrikan seperti korsleting dan *overcurrent* dapat menyebabkan kerusakan serius baik pada komponen elektronik maupun infrastruktur kendaraan (Daliva, 2024).

Dalam perkembangan teknologi sistem kelistrikan, kestabilan tegangan menjadi salah satu faktor penentu keandalan operasi suatu peralatan listrik. Ketidakstabilan tegangan, terutama pada kondisi transien, dapat menurunkan kemampuan sumber daya listrik untuk memasok energi secara optimal. Kondisi ini berdampak pada kinerja komponen kelistrikan, karena fluktuasi tegangan yang berlebihan berpotensi mempercepat keausan material, menimbulkan panas berlebih, dan memicu gangguan fungsi pada peralatan. Penelitian Wang dkk. (2025) menunjukkan bahwa parameter saluran dan pengaturan kontrol arus pada konverter sangat memengaruhi kemampuan suplai daya, sehingga dapat meningkatkan risiko ketidakstabilan tegangan pada sistem kelistrikan. Oleh karena itu, kajian mengenai stabilitas tegangan dan pengaruhnya terhadap umur pakai komponen listrik menjadi hal yang penting untuk mendukung keandalan sistem secara keseluruhan (Wang et al., 2025).

Ketidakstabilan arus listrik akibat beban tambahan atau perubahan kondisi pengisian dapat menurunkan efisiensi sistem kelistrikan. Menurut Phoosommaetal. (2022), penggunaan super kapasitor dapat meningkatkan kestabilan tegangan dan arus dalam sistem listrik kendaraan, dengan keunggulan dalam efisiensi pengisian dan pelepasan energi secara cepat (Phoosommaetal., 2022).

Dalam sistem distribusi tenaga listrik, penurunan tegangan (*voltage drop*) sering menjadi salah satu masalah yang memengaruhi kualitas pasokan daya ke pelanggan. Tegangan yang turun di luar batas toleransi dapat mengganggu kinerja peralatan listrik dan berdampak pada penurunan keandalan sistem secara keseluruhan. Salah satu upaya yang banyak digunakan untuk mengurangi *voltage drop* dan meningkatkan kualitas tegangan adalah dengan memasang kapasitor bank pada jaringan distribusi. Penggunaan kapasitor bank mampu memperbaiki tegangan pada sisi konsumen dengan cara menurunkan arus reaktif dan rugi daya pada saluran, sehingga kontinuitas suplai energi listrik dapat terjaga dengan baik (Zuraidahetal., 2020). Dengan demikian, penerapan kapasitor bank merupakan solusi penting dalam mendukung keandalan sistem distribusi tenaga Listrik (Zuraidahetal., 2020).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pirolisis

Sistem kelistrikan sepeda motor merupakan jaringan terintegrasi yang mengatur distribusi arus

dan tegangan untuk menunjang seluruh fungsi operasional kendaraan, mulai dari sistem pengapian, penerangan, pengisian, hingga sistem keamanan dan kenyamanan. Perkembangan teknologi otomotif menuntut sistem kelistrikan yang semakin kompleks namun efisien. Dalam sistem ini, baterai menjadi sumber utama energi listrik ketika mesin dalam kondisi mati, sedangkan alternator (generator) akan mengambil alih sebagai sumber listrik saat mesin menyala untuk mendukung semua sistem elektronik dan sekaligus mengisi ulang baterai (Anggoro et al., 2021).

Dengan peran vital sistem kelistrikan, maka pemahaman mengenai karakteristik arus, tegangan, serta distribusinya menjadi kunci dalam menjaga performa kendaraan. Sistem ini didesain agar mampu mendistribusikan daya listrik secara stabil dan aman ke setiap komponen yang membutuhkan, baik itu melalui arus searah (DC) maupun bolak-balik (AC), tergantung dari jenis dan fungsinya di kendaraan (Kristanto, 2015; Malvino, 2003, dalam Anggoro et al., 2021).

2.1.1 Sistem Kelistrikan Sepeda Motor

Secara umum, sistem kelistrikan sepeda motor dibagi menjadi tiga bagian utama: sistem pengisian, sistem pengapian, dan sistem penerangan. Sistem pengisian bertugas menyuplai daya listrik ke baterai saat mesin hidup melalui alternator dan regulator. Sistem pengapian menyuplai arus listrik ke koil pengapian untuk membangkitkan percikan api di busi, sementara sistem penerangan mengatur arus ke berbagai lampu seperti lampu utama, lampu rem, dan lampu sein (Anggoro et al., 2021).

Setiap sistem memiliki rangkaian komponen dan jalur distribusi listrik yang terstruktur. Sebagai contoh, sistem penerangan bekerja melalui arus listrik dari baterai atau langsung dari alternator (pada sistem AC), menuju ke lampu-lampu melalui saklar, relay, dan sekering. Jenis arus yang digunakan (AC atau DC) sangat mempengaruhi stabilitas pencahayaan, di mana arus DC lebih stabil dibandingkan arus AC yang tergantung pada putaran mesin (Sugiarto et al., 2023).

2.1.2 Komponen Utama Sistem Kelistrikan Sepeda Motor

1. Aki (Baterai)



Gambar 1. Aki Sepeda Motor 12V

Aki atau baterai merupakan sumber energi listrik utama saat mesin dalam kondisi mati.

Fungsinya adalah menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik untuk menghidupkan berbagai sistem seperti starter elektrik, lampu, sistem injeksi (ECU/ECM), dan klakson. Selain itu, aki juga berperan sebagai penstabil tegangan pada sistem kelistrikan kendaraan agar tidak terjadi lonjakan tegangan yang dapat merusak komponen elektronik.

2. Fuse (Sekring)



Gambar 2. Fuse Blade Sebagai Pengaman Rangkaian Kelistrikan

Rangkaian Kelistrikan Kendaraan Dengan Berbagai Variasi Mulai dari 5A, 10A, 15A, 20A, 25A Dan Seterusnya.

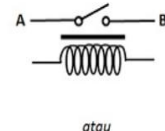
Fuse atau sekering berfungsi sebagai pengaman rangkaian listrik dari arus lebih (overcurrent) atau hubungan pendek (shortcircuit). Ketika arus listrik yang mengalir melebihi kapasitas yang diizinkan, fuse akan putus secara otomatis, memutus aliran listrik dan mencegah kerusakan pada komponen kelistrikan. Fuse dipasang pada berbagai jalur seperti sistem pengapian, sistem penerangan, dan sistem injeksi.

3. Relay

Gambar bentuk Relay



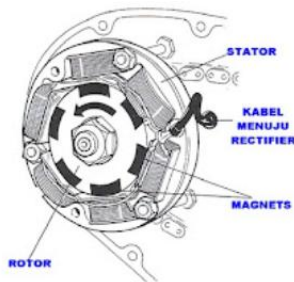
Simbol Relay



Gambar 3. Relay 4 Kaki Sebagai Saklar Elektromagnetik

Relay adalah saklar elektromagnetik yang bekerja secara otomatis untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik. Fungsi utama relay dalam sistem kelistrikan adalah mengalihkan arus besar tanpa harus membebani saklar manual. Relay memungkinkan arus tinggi dari aki langsung ke komponen seperti lampu utama, klakson, atau instrumentcluster, dengan kontrol dari arus kecil melalui saklar. Hal ini membuat saklar lebih awet dan distribusi arus lebih efisien.

4. Alternator



Gambar 4. Alternator Penghasil Arus AC Pada Sepeda Motor

Alternator, atau disebut juga stator, adalah komponen utama dalam sistem pengisian. Tugasnya adalah mengubah energi mekanik dari mesin menjadi energi listrik melalui induksi elektromagnetik. Alternator menghasilkan arus bolak-balik (AC) saat mesin menyala, yang kemudian akan disearahkan menjadi arus searah (DC) oleh regulator. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengisi aki dan menyuplai langsung ke komponen kelistrikan saat mesin hidup.

5. Regulator (Regulator/Rectifier)



Gambar 5. ECU Sepeda Motor Sebagai Regulator

Regulator memiliki dua fungsi utama: sebagai penyearah arus (rectifier) dan sebagai pengatur tegangan (voltage regulator). Rectifier menyearahkan arus AC dari alternator menjadi DC agar dapat digunakan oleh sistem kelistrikan dan aki. Sementara itu, voltage regulator menjaga agar tegangan output tetap stabil di kisaran 13,5–14,5 V meskipun putaran mesin berubah-ubah, mencegah overcharging pada aki dan kerusakan pada beban elektronik.

6. Saklar



Gambar 6. Saklar Atau Kunci Kontak Sebagai Pemutus dan Penghubung Arus Listrik

Gambar 6 merupakan kunci kontak sebagai salah satu komponen sistem kontrol kelistrikan

Beban kelistrikan adalah komponen-komponen yang menggunakan energi listrik untuk bekerja. Termasuk dalam kategori beban antara lain: lampu utama, lampu rem, lampu sein, klakson, ECU/ECM, sensor-sensor, pompa bahan bakar, dan indikator pada panel instrumen. Setiap beban memiliki karakteristik arus dan tegangan tertentu. Stabilitas suplai daya ke beban sangat penting agar fungsinya tetap optimal dan tidak mudah rusak.

2.2 Stabilitas Arus dan Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Kendaraan

Stabilitas arus dan tegangan merupakan aspek krusial dalam sistem kelistrikan kendaraan, terutama pada sepeda motor modern yang menggunakan banyak komponen elektronik. Ketidakstabilan pada tegangan dapat menyebabkan gangguan fungsi sistem kontrol elektronik, kerusakan komponen, atau penurunan efisiensi energi. Dalam sistem distribusi listrik berbasis DC, kestabilan tegangan tergantung pada keseimbangan antara daya yang disuplai dan daya yang dikonsumsi oleh beban. Ketika terjadi ketidakseimbangan akibat beban mendadak, lonjakan arus, atau gangguan pada regulator, maka bus tegangan akan mengalami fluktuasi tajam (Wang et al., 2025).

Penelitian Wang dkk. (2025) menunjukkan bahwa kestabilan tegangan dalam sistem kelistrikan DC sangat dipengaruhi oleh parameter saluran, kapasitas kapasitor, dan pengaturan innerloop pada konverter. Dalam pengujian dengan sistem dual-source DC, fluktuasi beban mendadak menyebabkan bus voltage jatuh drastis jika nilai tegangan minimum kritis (cutting voltage) tidak terpenuhi dalam waktu tertentu. Oleh karena itu, pengendalian parameter sistem sangat diperlukan untuk mencegah ketidakstabilan transien yang dapat menyebabkan sistem padam sepenuhnya.

2.2.1 Definisi Kestabilan Arus dan Tegangan

Kestabilan arus dan tegangan merujuk pada kemampuan sistem kelistrikan untuk mempertahankan kondisi operasional yang aman dan efisien meskipun terjadi perubahan beban atau gangguan mendadak. Stabilitas arus menandakan bahwa arus tidak mengalami lonjakan tajam saat beban berubah, sedangkan stabilitas tegangan berarti tegangan tetap berada dalam rentang yang diperbolehkan, biasanya $\pm 10\%$ dari nilai nominal. Ketika sistem stabil, energi listrik dapat disuplai secara konsisten ke seluruh komponen tanpa menyebabkan penurunan performa atau kerusakan (Ibnu & Endang, 2025).

Dalam sistem distribusi tenaga listrik, kestabilan tegangan juga dapat ditingkatkan dengan cara mengatur faktor daya beban dan menyuntikkan daya reaktif melalui kapasitor. Kapasitor bank berperan besar dalam

mempertahankan kestabilan tegangan di titik-titik beban, karena mampu mengurangi arus reaktif yang ditarik dari sumber, sehingga meringankan beban sistem transmisi dan distribusi (Barlian et al., 2020).

2.2.2 Penyebab Ketidakstabilan

Beberapa penyebab umum ketidakstabilan arus dan tegangan dalam sistem kendaraan antara lain: beban mendadak, hubungan singkat (*shortcircuit*), drop tegangan akibat kabel panjang atau konduktor resistif, serta pengaturan regulator yang kurang responsif. Dalam konteks kendaraan, perangkat seperti lampu Bi-LED, klakson, dan injektor bahan bakar bisa menyebabkan perubahan beban mendadak yang memicu fluktuasi tegangan sistem jika suplai daya tidak mampu merespons dengan cepat (Wang et al., 2025).

Selain itu, sistem distribusi juga sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu, usia komponen, kualitas penghantar listrik, dan kualitas koneksi antar terminal, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan resistansi dan inefisiensi distribusi daya. Dalam jaringan distribusi tegangan menengah dan rendah, penurunan tegangan yang signifikan (*voltage drop*) juga terjadi akibat resistansi saluran dan faktor daya rendah, yang pada akhirnya mempengaruhi performa sistem kelistrikan (Barlian et al., 2020).

2.2.3 Dampak Ketidakstabilan Terhadap Sistem Kendaraan

Ketidakstabilan arus dan tegangan dapat berdampak signifikan terhadap performa dan umur pakai komponen kelistrikan. Komponen seperti ECU, sensor, lampu utama, dan regulator pengisian sangat sensitif terhadap fluktuasi tegangan. Apabila suplai tegangan turun di bawah batas minimum, maka dapat terjadi misfire, kesalahan pembacaan sensor, bahkan shutdown sistem secara mendadak. Dalam jangka panjang, ketidakstabilan ini akan mempercepat degradasi komponen elektronik (Ibnu & Endang, 2025).

Penelitian Barlian dkk. (2020) juga menunjukkan bahwa ketidakstabilan tegangan yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan kerugian daya (*losses*) dalam sistem distribusi serta menurunkan efisiensi operasional. Hal ini dapat diatasi dengan pemasangan kapasitor bank yang tepat, guna mengurangi arus reaktif dan menjaga tegangan tetap stabil pada titik beban. Penerapan strategi ini terbukti meningkatkan kualitas tegangan dan efisiensi sistem hingga ke titik optimal (Barlian et al., 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian eksperimen dilakukan untuk mengamati dan menguji kinerja alat E-FORT (Electric Fortress) sebagai sistem proteksi dan

stabilisasi arus listrik pada kelistrikan sepeda motor Honda ADV 150.

3.2 Tempat Penelitian

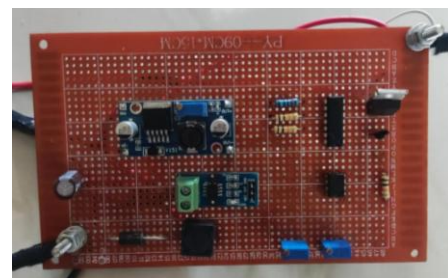
Penelitian ini dilaksanakan di rumah peneliti yang berlokasi di Kecamatan Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas kemudahan akses terhadap peralatan, ketersediaan fasilitas pendukung, serta efektivitas waktu dalam melaksanakan eksperimen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain dan Perakitan Alat

Perancangan alat E-FORT (Electric Fortress) dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan sebuah perangkat penstabil dan proteksi arus listrik pada sistem kelistrikan sepeda motor Honda ADV150. Perangkat ini dirancang untuk menjaga kestabilan arus dan tegangan listrik, serta memberikan perlindungan terhadap kondisi lonjakan arus (*overcurrent*) dan suhu berlebih (*overheat*), meskipun fitur proteksi ini masih dalam tahap pengembangan dan uji coba pada prototype.

Desain fisik alat dirancang menggunakan papan prototyping berlubang (*perforated board*) berukuran 9x15 cm, dengan komponen-komponen utama disusun secara modular untuk memudahkan proses instalasi, analisis, dan perawatan. Beberapa komponen utama yang digunakan antara lain: sensor arus ACS712, modul step-down 12V-5V, IC komparator LM393, AND Gate SN74HC08N, MOSFET IRLZ44N, supercapacitor 10 Farad, trimpot (*potensiometer*) sebagai pengatur tegangan referensi, NTC thermistor untuk sensor suhu, serta komponen pasif seperti resistor, dioda, induktor, dan kapasitor elektrolit.



Gambar 7. Layout Fisik Alat E-Fort

Gambar 7 menunjukkan layout fisik alat E-FORT yang telah dirakit, sebelum arus listrik terdistribusi menuju relay utama dan fusebox kendaraan. Posisi ini dipilih agar alat dapat memberikan fungsi stabilisasi dan proteksi terhadap seluruh sistem kelistrikan bodi kendaraan.

Secara umum, proses kerja E-FORT dimulai ketika tegangan dari aki mengalir menuju alat melalui socket 1P. Arus listrik kemudian melewati komponen diode untuk perlindungan terhadap arus balik dan ripple, dilanjutkan dengan melewati induktor (L1) dan kapasitor elektrolit (ELCO) untuk proses penyaringan (*filtering*) tegangan.

Tegangan 12V yang telah di filter juga disalurkan menuju modul *step-down* yang akan menurunkan tegangan menjadi 5V untuk kebutuhan IC logika dan sensor seperti ACS712, komparator, AND gate, dan lain-lain. Tegangan referensi untuk sistem proteksi diatur menggunakan potensiometer (*trimpot*), sementara super capacitor 10F digunakan untuk menyimpan dan melepaskan arus tambahan secara instan dalam kondisi fluktuatif.

Sensor ACS712 akan mendeteksi arus yang mengalir dari input ke sistem beban. Jika arus yang terdeteksi melebihi batas yang ditentukan, maka output sensor akan mengirimkan sinyal analog ke komparator, yang kemudian akan mengaktifkan logika AND Gate. Jika kondisi input pada gate A dan B dari AND Gate menunjukkan sinyal aktif (logika high), maka output akan mengontrol MOSFET untuk memutus jalur arus utama guna mencegah overcurrent. Begitu pula dengan proteksi suhu, NTC Thermistor yang terhubung dalam konfigurasi pembagi tegangan akan mengirimkan sinyal ke komparator saat suhu meningkat melebihi ambang batas. Komparator kemudian akan memberikan output logika low ke AND Gate yang menyebabkan sistem memutus aliran arus listrik.

4.2. Penentuan Threshold Pada Sistem Proteksi Arus Lebih (Overcurrent) Menggunakan Sensor ACS712

Sistem proteksi arus lebih (*over current protection*) pada alat E-FORT dirancang untuk memberikan perlindungan terhadap beban berlebih yang dapat membahayakan komponen kelistrikan sepeda motor. Deteksi arus dilakukan menggunakan sensor ACS712-20A, yang merupakan sensor berbasis efek Hall dengan output tegangan analog yang linier terhadap arus yang mengalir melalui sirkuit.

Menurut dokumentasi dari Allegro Micro Systems (ACS712 Datasheet, 2013), sensor ACS712 memiliki tegangan output 2.5V pada kondisi arus 0A, dan sensitivitas sebesar 100 mV/A untuk tipe 20A. Dengan demikian, hubungan antara arus yang terdeteksi (I) dan tegangan output sensor (Vout) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_{OUT} = V_{OFFSET} + (S \times I)$$

Dimana :

Vout = Tegangan *output* sensor (V)

Voffset = Tegangan saat arus 0A (biasanya 2.5V)

S = Sensitivitas sensor (100 mV/A untuk ACS712-20A)

I = Arus listrik yang terdeteksi (A)

Melalui pendekatan ini, sistem E-FORT dapat secara otomatis mendeteksi kondisi *over current* dan mengaktifkan sistem proteksi untuk memutus arus listrik ke beban, sehingga menjaga stabilitas sistem kelistrikan dan memperpanjang umur pakai komponen kendaraan.

4.3 Penentuan Threshold Pada Sistem Proteksi Suhu (Overheat) Menggunakan NTC Thermistor

Sistem proteksi suhu pada alat E-FORT dirancang untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen akibat peningkatan suhu berlebih (*overheat*), terutama pada kabel dan sambungan listrik di sistem kelistrikan sepeda motor. Proteksi suhu ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi dari NTC (*Negative Temperature Coefficient*) thermistor, yaitu komponen yang nilai resistansinya akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu lingkungan.

NTC thermistor yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai resistansi sebesar 10kΩ pada suhu 25°C, dan dirangkai bersama resistor tetap 10kΩ membentuk konfigurasi pembagi tegangan. Tegangan input rangkaian ini adalah 5V. Tegangan keluaran dari titik tengah pembagi tersebut akan berubah seiring dengan perubahan suhu, dan digunakan sebagai sinyal masukan ke terminal IN- pada komparator LM393. Sementara itu, tegangan referensi (Vref) yang berasal dari potensiometer dihubungkan ke terminal IN+ komparator.

Komparator akan aktif (output LOW) apabila tegangan pada IN+ lebih besar dari IN-, yang menandakan bahwa suhu telah melebihi ambang batas yang ditentukan.

$$V_{out} = \frac{1347}{10,000 + 1347} \cdot 5V \approx 0.593V$$

Maka, agar komparator aktif ketika suhu mencapai 70°C, tegangan referensi dari potensiometer (IN+) harus diatur sebesar 0.593V. Saat suhu naik dan resistansi NTC semakin menurun, maka tegangan pada IN- akan turun melewati batas Vref, dan sistem akan mengaktifkan proteksi suhu secara otomatis melalui jalur logika AND gate dan MOSFET.

Konfigurasi ini memungkinkan sistem E-FORT melakukan deteksi suhu secara real-time dan memberikan perlindungan terhadap potensi kerusakan akibat *overheating* pada komponen kelistrikan kendaraan.

4.4 Evaluasi Kinerja E-FORT Terhadap Stabilitas Tegangan

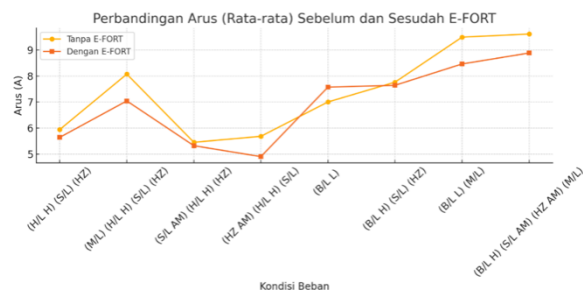


Gambar 8. Grafik Stabilitas Tegangan Terhadap Variasi Beban Kelistrikan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Stabilizer

Stabilitas tegangan merupakan parameter penting dalam sistem kelistrikan kendaraan, terutama saat beban kelistrikan meningkat akibat penambahan perangkat seperti lampu modifikasi atau aksesoris elektronik. Fluktuasi tegangan yang signifikan dapat menyebabkan penurunan performa dan mempercepat kerusakan komponen listrik. Oleh karena itu, alat E-FORT dirancang untuk mempertahankan kestabilan tegangan pada sistem kelistrikan sepeda motor Honda ADV 150, khususnya saat kondisi beban tinggi.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa E-FORT, tegangan sistem mengalami fluktuasi yang lebih besar saat beban aktif, terutama pada kombinasi beban tinggi. Sebagai contoh, pada beban (M/L) (H/L H) (S/L) (HZ), tegangan aktif turun menjadi 13,71 V – 13,80 V dengan rata-rata 13,76 V, dibandingkan dengan tegangan awal sebesar 14,55 V – 14,59 V. Hal ini menunjukkan adanya penurunan tegangan yang cukup signifikan. Namun, setelah penggunaan E-FORT, tegangan aktif pada kondisi beban yang sama meningkat menjadi 13,94 V – 14,00 V dengan rata-rata 13,97 V, menunjukkan bahwa tegangan lebih terjaga mendekati nilai awalnya.

4.5 Evaluasi Kinerja E-FORT Terhadap Stabilitas Arus



Gambar 9. Grafik Stabilitas Arus Terhadap Variasi Beban Kelistrikan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Stabilizer

Selain tegangan, parameter arus listrik juga menjadi indikator penting dalam menganalisis kestabilan sistem kelistrikan kendaraan. Fluktuasi arus yang tidak terkontrol dapat mengindikasikan beban berlebih, sistem distribusi yang tidak efisien, hingga potensi kerusakan komponen akibat arus lebih. Oleh karena itu, alat E-FORT juga dirancang untuk membantu menjaga kestabilan arus melalui penggunaan sensor arus ACS712, rangkaian switching berbasis MOSFET, dan penyangga energi berupa supercapacitor.

Berdasarkan hasil pengolahan data, terlihat bahwa rata-rata arus yang mengalir pada sistem kelistrikan cenderung lebih rendah dan stabil setelah penggunaan E-FORT. Sebagai contoh, pada kombinasi beban (S/L AM) (H/L H) (HZ), arus sebelum pemasangan E-FORT berada pada rentang 4,47 A – 6,42 A dengan rata-rata 5,45 A, sedangkan setelah pemasangan E-FORT arus berada pada rentang 4,80 A – 5,85 A dengan rata-

rata 5,33 A. Penurunan ini mengindikasikan bahwa E-FORT mampu meredam lonjakan arus yang terjadi saat beban aktif.

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat E-FORT memberikan dampak positif terhadap kestabilan sistem kelistrikan sepeda motor. Dari sisi tegangan, E-FORT mampu meredam fluktuasi penurunan tegangan saat beban aktif, menjaga tegangan tetap mendekati nilai awal. Sedangkan dari sisi arus, alat ini berperan dalam meredam lonjakan arus dan menjaga arus rata-rata tetap dalam batas yang aman. Kedua parameter ini menunjukkan bahwa E-FORT berfungsi efektif sebagai perangkat penstabil kelistrikan, yang dapat berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan umur pakai komponen listrik kendaraan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap alat E-FORT (*Electric Fortress*) yang dikembangkan sebagai perangkat proteksi dan stabilisasi arus listrik pada sistem kelistrikan sepeda motor Honda ADV 150, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut sesuai dengan tujuan penelitian:

1. Telah berhasil dirancang dan dibuat sebuah alat bernama E-FORT yang berfungsi sebagai proteksi dan penstabil arus listrik. Alat ini mampu mendistribusikan arus secara lebih stabil dan menjaga tegangan tetap mendekati nilai normal meskipun dalam kondisi beban kelistrikan tambahan. Perancangan dilakukan dengan menggunakan komponen pasif seperti MOSFET, superkapasitor, dan sensor arus ACS712.
2. Pengujian terhadap sistem proteksi arus lebih (*over current*) dan suhu tinggi (*over heat*) menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi kondisi tidak normal berdasarkan ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Nilai *threshold* arus lebih diperoleh sebesar 11 A menggunakan sensor ACS712 dengan tegangan referensi pada potensiometer sebesar 3,6 V, sedangkan *threshold* suhu lebih diperoleh sebesar 70 °C menggunakan NTC thermistor dengan tegangan referensi pada potensiometer sebesar 0,593 V. Meskipun sistem proteksi masih dalam tahap pengembangan (*proto type*), alat ini sudah mampu memicu logika proteksi saat terjadi lonjakan arus atau kenaikan suhu, meskipun mekanisme pemutusan arus (*cut-off*) masih perlu penyempurnaan lebih lanjut.
3. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan E-FORT mampu meningkatkan efektivitas stabilisasi arus dan tegangan listrik. Hal ini dibuktikan melalui perbandingan data sebelum dan sesudah pemasangan E-FORT yang menunjukkan penurunan fluktuasi tegangan dan arus pada kondisi beban aktif.

Dengan demikian, alat ini berfungsi sebagai sistem pendukung preventif dalam perawatan kelistrikan sepeda motor.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian untuk pengembangan alat E-FORT di masa mendatang:

1. Sistem proteksi suhu dan arus lebih yang saat ini masih dalam tahap pengembangan (*prototype*) memerlukan penyempurnaan, khususnya pada mekanisme *switching*. Pada pengujian yang dilakukan, sistem proteksi memang berhasil mendeteksi kondisi *overheat* dan *over current* dengan tepat, namun mekanisme pemutusan (*cut-off*) terhadap sistem kelistrikan belum optimal. Saat kondisi proteksi aktif, arus memang terputus sementara, namun *switching* kembali aktif terlalu cepat, sehingga tidak memberikan waktu tunda (*delay*) yang cukup untuk sistem kembali dalam kondisi aman.
2. Diperlukan penambahan mekanisme penundaan (*delay switching*) setelah proteksi aktif, agar sistem kelistrikan tidak langsung tersambung kembali secara instan. Hal ini penting untuk mencegah fluktuasi ON-OFF yang berulang secara cepat, yang dapat berdampak negatif terhadap komponen kendaraan. Solusi yang dapat dipertimbangkan antara lain adalah penambahan rangkaian *delay* berbasis kapasitor, transistor, atau IC timer (misalnya 555 timer), atau penggunaan latch berbasis logika digital yang menahan status proteksi dalam periode tertentu sebelum reset.
3. Selain itu, untuk peningkatan fungsionalitas, pengembangan E-FORT ke versi yang lebih lanjut dapat mencakup penggunaan indikator suhu real-time, sistem buzzer peringatan, atau integrasi dengan modul mikrokontroler untuk monitoring dan logging data arus serta suhu. Namun, pengembangan ini tetap harus mempertahankan prinsip efisiensi dan kesederhanaan rangkaian agar tetap cocok digunakan pada sistem kelistrikan sepeda motor.
4. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh E-FORT terhadap komponen-komponen kelistrikan tertentu secara spesifik (seperti ECU, aki, atau lampu modifikasi) untuk mengukur efektivitas alat dari sudut pandang umur pakai komponen dan keandalan sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. 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. <https://doi.org/10.18196/jqt.v2i2.10693>.
- [2]. Barlian, T., Apriani, Y., Savitri, N., & Hurairah, M., 2020. *Analisis Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Tegangan*. *Jurnal Surya Energy*, 4(2), 391–396. <https://doi.org/10.32502/jse.v4i2.2562>.
- [3]. Daliva, P. G. D., 2024. *Design And Development Of Automated Electrical Circuit Fault Protector With Alarm System*. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(3), 1–20. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i03.20237>.
- [4]. Ibnu, F., & Endang, A., 2025. *Pengaruh Variasi Kapasitor Terhadap Perbaikan Faktor Daya dan Stabilitas Tegangan Pada Sistem Elektronika*. 2(2), 71–77.
- [5]. Phoosomma, P., Tanitteerapan, T., Tamrongkunanan, T., & Mungkung, N. 2022. *Application of a Single Supercapacitor for Driving an Electric Vehicle*. *Przeglad Elektrotechniczny*, 98(8), 34–40. <https://doi.org/10.15199/48.2022.08.07>.
- [6]. Sugiarto, T., Rizal, M. A., Fernandez, D., & Arif, A., 2023. *Analisis Penggunaan Beberapa Jenis Lampu Utama Sepeda Motor Terhadap Intensitas Cahaya*. *JTPVI: Jurnal Teknologi Dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(1), 133–144. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i1.14>.
- [7]. Wang, H., Wu, Z., & Wang, Z., 2025. *Transient Voltage Stability Analysis of Offshore Wind Power Systems*. *Journal of Energy Research and Reviews*, 17(4), 1–10. <https://doi.org/10.9734/jenrr/2025/v17i4403>.
- [8]. Zuraidah, T., AmaniDarma, T., Siti, A., & Tri, Y. K., 2020. *Penggunaan Kapasitor Bank Sebagai Solusi Drop Tegangan Pada Jaringan 20 kV*. *Semnastek Usu*, 82–86.1
- [9]. Hafid, M. R., Budiman, D., & Adril, E. 2025. *Rancang Bangun Alat Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Pirolisis*. *Jurnal PROTAMAN*, 2(1), 16–22.