

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun sistem cerdas deteksi tegangan tidak stabil pada suplai listrik kendaraan dilakukan melalui tiga tahap utama. Tahap pertama adalah perakitan komponen, dimulai dari pembuatan desain menggunakan perangkat lunak Fritzing dan SketchUp, pemasangan sumber listrik mikrokontroler menggunakan *power bank*, pemasangan sensor PZEM-017 yang dihubungkan dengan modul RS-485 (MAX485) ke ESP32 Devkit V1, pemasangan relay untuk mengalihkan tegangan ke modul *step-up* dan *step-down*, pemasangan LCD 20x4 I2C, LED indikator (merah, kuning, hijau), serta DF Player Mini dan speaker sebagai sistem peringatan suara. Tahap kedua adalah pemrograman sistem menggunakan Arduino IDE, yang mencakup inialisasi library (ModbusMaster, LiquidCrystal I2C, DFRobotDFPlayerMini), konfigurasi komunikasi Modbus RTU dengan sensor PZEM-017, pengaturan filter pembacaan tegangan (*moving average* dan *median filter*), logika deteksi *overvoltage* dan *under voltage*, serta kendali relay dan peringatan. Tahap ketiga adalah implementasi pada alat peraga suplai listrik kendaraan, meliputi pemasangan sistem pada output alternator, penyediaan sumber daya, pemasangan jalur beban, dan koneksi output sistem ke aki.
2. Sistem ini bekerja dengan cara memantau tegangan listrik pada output alternator menggunakan sensor PZEM-017 yang dihubungkan dengan ESP32 Devkit V1 melalui komunikasi Modbus RTU (menggunakan modul RS-485). Hasil pembacaan tegangan ditampilkan secara *real-time* pada LCD 20x4. Jika tegangan dalam kondisi normal (13,7 V - 14,7 V), dengan toleransi 0,3 V baik kurang atau lebih relay R2 aktif sehingga tegangan langsung disalurkan ke aki dan LED hijau menyala. Apabila terjadi *overvoltage* (> 15,0 V), sistem mengaktifkan relay R3 untuk mengalihkan tegangan ke modul *step-down* yang berhasil menurunkan tegangan ke batas normal, serta menyalakan LED merah dan peringatan

suara. Pada kondisi *undervoltage* ($< 13,3$ V), sistem berhasil mendeteksi dan mengaktifkan relay R1, LED kuning, serta peringatan suara, namun modul *step-up* mengalami kerusakan sehingga tegangan tidak meningkat sesuai harapan. Sensor PZEM-017 menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan rata-rata error pembacaan tegangan sebesar 0,27% pada kalibrasi dan rata-rata akurasi mencapai 99,80%, serta pada pengujian kesalahan sensor, nilai persentase kesalahan mencapai paling rendah 0,22% dan tertinggi mencapai 1,15%.

V.2 Saran

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan berdasarkan hasil penelitian agar nantinya penelitian ini dapat dilakukan pengembangan ke depannya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini, uji coba sistem masih dilakukan pada alat peraga suplai listrik kendaraan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem cerdas deteksi tegangan tidak stabil ini diterapkan dan diuji secara langsung pada kendaraan sesungguhnya (misalnya mobil atau bus), sehingga kinerja sistem dapat dievaluasi dalam kondisi operasional nyata yang meliputi getaran, perubahan beban dinamis, dan fluktuasi tegangan dari alternator yang sudah diterapkan langsung di kendaraan sebenarnya.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengecekan tegangan keluaran alternator menggunakan osiloskop untuk memastikan output sumber tegangan dc murni atau tidak *ripple* (tegangan bolak-balik).
3. Modul konverter tegangan dc-dc yang digunakan dalam penelitian ini mengalami kerusakan saat dioperasikan pada sistem kelistrikan kendaraan, diduga akibat lonjakan tegangan transien dari alternator. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menggunakan modul konverter tegangan dc-dc dengan spesifikasi otomotif (*automotive environment*) yang dilengkapi perlindungan terhadap lonjakan tegangan transien, atau menambahkan rangkaian proteksi tambahan seperti *Transient Voltage Suppressor* (TVS) dioda dan kapasitor pada sisi *input* konverter.
4. Pada penelitian ini, pengaturan nilai batas tegangan (*set point overvoltage* dan *undervoltage*) masih dilakukan dengan cara memodifikasi program

secara langsung. Disarankan untuk pengembangan selanjutnya agar pengaturan *set point* dapat dilakukan melalui antarmuka pengguna (misalnya tombol atau keypad) tanpa harus mengubah kode program, sehingga lebih praktis bagi pengguna di lapangan.

5. Pada penelitian ini, sistem hanya membaca parameter tegangan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menambahkan kontrol sistem untuk pembacaan arus dan daya (PZEM-017 juga sudah mendukung pembacaan arus, daya, energi dan frekuensi listrik DC) secara *real-time* sehingga bisa ditambahkan kedalam program langsung tanpa merubah sensornya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, A. (2024). 'Prosedur Pengubahan Alternator Automotive Menjadi Generator Ac Sinkron Magnet Permanen 220 Vac'. *Https://Ejournal.Itp.Ac.Id/Index.Php/Telektro/Index*, 13(1), 1–11.
<https://ejournal.itp.ac.id/index.php/telektro/index>
- Azizah, O. N. (2024). 'Analisis Baudrate Komunikasi Sensor NPK Dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 menggunakan Modul Max485 TTL'. *Ojs.Amikomsolo.Ac.Id O NurProsiding Seminar Nasional Amikom Surakarta, 2023*•*ojs.Amikomsolo.Ac.Id*, November, 184–190.
<https://ojs.amikomsolo.ac.id/index.php/semnasa/article/view/131>
- Dany, F. 2021. 'Masih Ditemukan Malfungsi Kelistrikan, Rawan Sebabkan Bus Terbakar'.*Kompas.Id*. <https://www.kompas.id/baca/metro/2021/03/18/masih-ditemukan-malfungsi-kelistrikan-rawan-sebabkan-bus-terbakar>
- Díaz-Díaz, F., & Cano-Barrita, P. F. de J. (2025). 'Design and construction of a small embeddable nuclear magnetic resonance sensor utilizing 3D-printed components'. *HardwareX*, 23(July), e00678.
<https://doi.org/10.1016/j.ohx.2025.e00678>
- Edozie, E., Udoka, E. V. H., & Janat, W. (2023). 'Design and Implementation of an Improved Automatic DC Motor Speed Control Systems Using Microcontroller'. *Idosr Journal of Science and Technology*, 9(1), 107–119.
<https://doi.org/10.59298/idosr/2023/01.1.1208>
- Erjavec, J.2010. *Automotive technology: 'A systems approach* (5Th ed.). Delmar Cengage Learning'.
- Firdaus, H., Rustendi, E., & Herdiana, A. (2021). 'ANALISIS KONSUMSI ARUS LISTRIK PADA MOBIL MULTI PURPOSE VEHICLE'. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), 150–158.
<https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.736>
- Gunoto, P., Rahmadi, A., & Susanti, E. (2022). 'Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things'. *Sigma Teknika*, 5(2), 285–294. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4555>

- Halik, A., & Taufik, M. (2020). 'Pembuatan dan Penggunaan Emergency Tools Saat Terjadi Kerusakan Akibat Overcharging pada Alternator 12 dan 24 Volt'. 25–33.
- Hamidah, I., Ramadhan, D. F., Ramdhani, R., Mulyanti, B., Pawinanto, R. E., Hasanah, L., Nandiyanto, A. B. D., Yunas, J., & Rusydi, A. (2023). 'Overcoming voltage fluctuation in electric vehicles by considering Al electrolytic capacitor-based voltage stabilizer'. *Energy Reports*, 10, 558–564. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.07.009>
- Kędzior, P., Rzeszutek, W., Wojciechowski, J., Skrzypczak, A., & Lota, G. (2023). 'Enhanced cycle life of starter lighting ignition (SLI) type lead-acid batteries with electrolyte modified by ionic liquid'. *RSC Advances*, 13(34), 23626–23637. <https://doi.org/10.1039/d3ra04386j>
- Kurniawan, Y. P. (2023). 'Analisis Output Spul Pada Motor Suzuki Shogun110 Cc Dengan Variasi Diameter Dan Banyak Lilitan Kawat'. Universitas Hasanuddin Gowa.
- Maulana, A., Purnamasari, I., & Maulana, I. (2024). 'Rancang Bangun Website Layanan Jasa Reparasi Alat Elektronik Rumah Tangga Menggunakan Framework Laravel (Studi Kasus: Cv. Xyz)'. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4859>
- Muhammad Ilman, S., & Septian Putra, F. A. (2023). 'Kendali arus dan tegangan pada konverter DC-DC boost dengan metode kaskade proportional integral derivative'. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(3), 191–202. <https://doi.org/10.35313/jitel.v3.i3.2023.191-202>
- 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>
- Mulyani, Y., Gusti, K. S., Septiana, T., Septama, H. D., Informatika, T., Lampung, U., & Lampung, B. (2024). 'Perkuliahan Tatap Muka Berbasis Mobile'. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1).
- Pangkung, A., Yunus, A. M. S., Mulyadi, M. N., & Illa, P. A. (2021). 'Rancang

- Bangun Alternator Mobil Menggunakan Magnet Permanen'. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 19(2), 173–180. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v19i2.3021>
- Pratama, E. W., & Kiswantono, A. (2023). 'Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*', 7(2), 1273–1284. <https://doi.org/10.54732/jeeecs.v7i2.21>
- Prejbeanu, R. G. (2023). 'A Sensor-Based System for Fault Detection and Prediction for EV Multi-Level Converters. *Sensors*', 23(9). <https://doi.org/10.3390/s23094205>
- Richardo, T. S. R. (2022). 'Rancang Bangun Pengendali Motor Palang Pintu Parkir Otomatis'. *Digital Transformation Technology*, 2(1), 1–3. <https://doi.org/10.47709/digitech.v2i1.1753>
- Rifaldi, A. I., Azizah, H., & Pambudi, W. S. (2021). 'Rancang Bangun Monitoring Charging System pada Alternator untuk Mengetahui Kondisi Baterai'. *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, Dan Teknik Informatika*, 317–324.
- Saputra, A. R. T., Wibisono, K. A., & Haryanto. (2019). 'Monitoring Dan Penstabil Tegangan Pada Alternator Kendaraan Menggunakan Microcontroller'. *SinarFe7*, 90–95. <https://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/view/19>
- Sihombing, R., Lolongan, S., Lia, R., Kholili, M., & ... (2024). 'The Effect Of Engine Running Towards Toyota Innova Type G 2.4 A/T 2017 CAR Alternator Charging System'. *International Journal of ...*, 01(01), 1–5. <https://ijdes.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/2>
- Sivaji, C., Ramachandran, M., Saravanan, V., & Chinnasamy, S. (2023). 'Benefits of Building Information Modeling (BIM) Software Using IBM SPSS Statistics'. *Building Materials and Engineering Structures*, 1(1), 9–18. <https://doi.org/10.46632/bmes/1/1/2>
- Slamet Purwo Santosa, R. M. W. N. (2021). 'RANCANG BANGUN ALAT PINTU GESER OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR DC 24 V'. 3(5), 6.
- Somayasa, D. M. N., Nursalam, M. N., Taslimah, I. I., Nafarudin, Sutiari, D. K., & Abidin, M. Z. (2024). 'Prototipe Pengontrolan Nyala Dan Padamnya Lampu

Berbasis Iot (Internet of Things)'. *Jurnal Nasional Hasil Penelitian Bidang Multidisiplin*, 1(1), 1–14.
<https://jurnal.ichisultra.or.id/index.php/bakticendekia/article/view/1>

Sulistiyanto, Imaduddin, I., Nadhiroh, A. Y., Widoretno, S., Fahmi, M. H., Mukhlison, Zuhair, A., & Pawening, R. E. (2025). 'Iot-Based Model for Real-Time Monitoring of New and Renewable Energy Systems'. *EUREKA, Physics and Engineering*, 2025(3), 36–48. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003471>