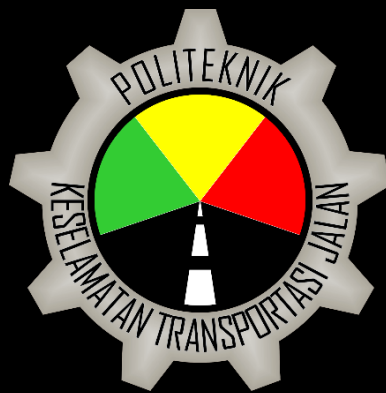


TUGAS AKHIR
SISTEM CERDAS DETEKSI TEGANGAN TIDAK STABIL
PADA SUPLAI LISTRIK KENDARAAN

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :

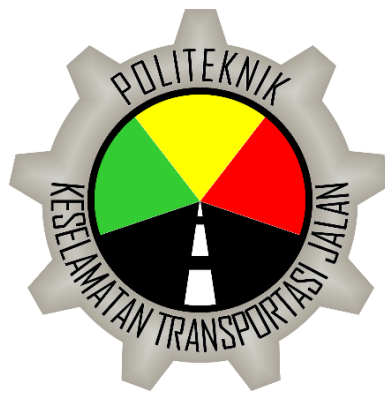
Denis Setyawan

22.02.1008

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

TUGAS AKHIR
SISTEM CERDAS DETEKSI TEGANGAN TIDAK STABIL
PADA SUPLAI LISTRIK KENDARAAN

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :

Denis Setyawan

22.02.1008

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

HALAMAN PERSETUJUAN

**SISTEM CERDAS DETERKSI TEGANGAN TIDAK STABIL PADA
SUPLAI LISTRIK KENDARAAN**

(INTELLIGENT SYSTEM FOR DETECTING UNSTABLE VOLTAGE IN VEHICLE
POWER SUPPLY)

Disusun oleh :

Denis Setyawan

22.02.1008

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



Muhammad Iman Nur Hakim, S.T., M.T
NIP. 199301042019021002

tanggal : 27/10/2025

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM CERDAS DETEKSI TEGANGAN TIDAK STABIL PADA
SUPLAJ LISTRIK KENDARAAN**

(INTELLIGENT SYSTEM FOR DETECTING UNSTABLE VOLTAGE IN VEHICLE
POWER SUPPLY)

Disusun oleh :

Denis Setyawan

22.02.1008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 29 April 2026

Ketua Sidang

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T.
NIP. 199006212019021001
Penguji 1

Tanda tangan



Dr.Ery Muthorig, S.T., M.T.
NIP. 198307042009121004
Penguji 2

Tanda tangan




Muhammad Iman Nur Hakim, S.T.,M.T.
NIP. 199301042019021002

Tanda tangan



Mengetahui,
Ketua Progam Studi
Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr.Ery Muthorig, S.T., M.T.
NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Denis Setyawan

Notar : 22.02.1008

Program studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"Sistem Cerdas Deteksi Tegangan Tidak Stabil Pada Suplai Listrik Kendaraan"** ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini bebas dari unsur- unsur plagiasi dan apabila tugas akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 29 April 2026

Yang menyatakan,



Denis Setyawan

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul "**Sistem Cerdas Deteksi Tegangan Tidak Stabil pada Suplai Listrik Kendaraan**". Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, yang tentunya tidak terlepas dari doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Almarhum Bapak Sujono, yang telah mewariskan makna perjuangan cinta tulus tanpa pamrih. Meski ragamu tak lagi hadir didunia, jejak pengorbananmu dan tulus kasihmu tetap hidup dalam setiap langkah, menjadi cahaya yang menuntun serta menguatkan penulis untuk terus melangkah kedepan.
2. Ibu Mardiyah, atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan, yang tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, atas kesempatan yang diberikan untuk menimba ilmu di institusi ini.
4. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, yang telah memberikan arah dan dukungan yang sangat berarti dalam menjalani proses pendidikan ini.
5. Bapak Muhammad Iman Nur Hakim, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing, atas kesabaran, perhatian, dan masukan yang sangat membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Rekan-rekan taruna/taruni Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas kebersamaan, motivasi, dan dukungan yang selalu terjalin selama proses perkuliahan.
7. Kepada kakak saudara sepupu saya yang sudah saya anggap seperti kakak kandung saya sendiri Mba Ipung, Mba Lina , Mba Neneng dan Mas Ari serta yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah sangat berjasa kepada saya dalam menyusun Tugas Akhir dan membantu penulis dari awal pendidikan di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan hingga sekarang.
8. Seseorang yang tak henti-hentinya menemani saya dalam berproses sejak tahun 2019 hingga saat ini, Ferlita S.H. Terimakasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis, berkontribusi baik tenaga, pikiran, waktu, materi, menemani dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, hingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dalam hal materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Tegal, 29 April 2026

Yang menyatakan,



Denis Setyawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Batasan Masalah	4
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat	4
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Rancang Bangun	7
II.2 Alternator	7
II.3 Regulator Tegangan	9
II.4 Tegangan Tidak Stabil	10
II.5 ESP 32 Devkit V1.....	11
II.6 Sensor PZEM O17.....	14
II.7 Modul RS-485 TTL.....	15
II.8 Modul Relay.....	15
II.9 Konverter Tegangan DC to DC.....	16
II.10 Perangkat Lunak.....	17
II.11 Penelitian Relevan	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
III.2 Bahan Penelitian	24

III.3 Alat penelitian	24
III.4 Jenis Penelitian	27
III.5 Diagram Alir Penelitian.....	30
III.6 Penjelasan Alir Penelitian	31
III.7 Teknik Pengumpulan Data.....	37
III.8 Pengambilan Data	38
III.8.1 Pengujian Overvoltage.....	39
III.8.2 Pengujian Undervoltage	39
III.8.3 Pengujian Kesalahan Sensor	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
IV.1 Rancang Bangun Sistem Cerdas Deteksi Tegangan Tidak Stabil Pada Suplai Listrik Kendaraan	42
IV.2 Cara Kerja Sistem Cerdas Deteksi Tegangan Tidak Stabil Pada Suplai Listrik Kendaraan	83
BAB V PENUTUP.....	85
V.1 Kesimpulan.....	85
V.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	88
LAMPIRAN	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Alternator.....	8
Gambar II.2 Regulator	9
Gambar II.3 Esp 32 DevKit V1	12
Gambar II.4 Sensor PZEM 017.....	14
Gambar II.5 Modul RS485	15
Gambar II.6 Modul Relay	16
Gambar II.7 Converter Tegangan Buck dan Boost DC-DC.....	17
Gambar II.8 SketchUp	18
Gambar II.9 Fritzing	18
Gambar II.10 Arduino IDE	19
Gambar III.1 Motor Wash Mesin cuci	24
Gambar III.2 Alternator 12 Volt.....	25
Gambar III.3 Dimmer SCR 2000W Regulator Voltage 220V AC	26
Gambar III.4 Laptop	26
Gambar III.5 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar III.6 Cara Kerja Alat.....	32
Gambar III.7 Desain Alat Tampak Atas	33
Gambar III.8 Desain Alat Tampak Depan	33
Gambar III.9 Desain Alat Tampak Belakang.....	33
Gambar III.10 Penerapan Alat	34
Gambar III.11 Skematik Alat.....	34
Gambar III.12 Skematik Garis.....	35
Gambar IV.1 Perangkat Lunak Fritzing.....	43
Gambar IV.2 Perancangan Peraga Suplai Listrik Kendaraan	44
Gambar IV.3 Powerbank	45
Gambar IV.4 Tampak Depan LCD.....	45
Gambar IV.5 Tampak Belakang LCD.....	46
Gambar IV.6 Pemasangan Sensor PZEM-O17	47
Gambar IV.7 Pemasangan RS-485.....	48
Gambar IV.8 Pemasangan Relay	48
Gambar IV.9 Pemasangan Konverter Tegangan.....	50
Gambar IV.10 Tampak Belakang LED.....	51

Gambar IV.11 Tampak Depan LED.....	51
Gambar IV.12 Pemasangan DF Mini Player	52
Gambar IV.13 Pemasangan Speaker	53
Gambar IV.14 Instalasi Kabel	54
Gambar IV.15 Pemasangan Pada Box.....	54
Gambar IV.16 Library Komponen	55
Gambar IV.17 Program Modbus Master dan LCD	56
Gambar IV.18 Program Relay dan LED	57
Gambar IV.19 Program DFPlayer	57
Gambar IV.20 Konfigurasi Sistem.....	58
Gambar IV.21 Fungsi Setup()	59
Gambar IV.22 Fungsi Loop	60
Gambar IV.23 Program Update LCD	61
Gambar IV.24 Proses Kalibrasi Sensor	62
Gambar IV.25 Perbandingan Pembacaan Sensor PZEM-017 dan Volt meter (Kalibrasi).....	64
Gambar IV.26 Pemasangan Jalur Masuk Sistem	65
Gambar IV.27 Penyediaan Sumber Sistem	66
Gambar IV.28 Pemasangan Jalur Beban Listrik.....	66
Gambar IV.29 Pemasangan Output Sistem	67
Gambar IV.30 Pengujian Overvoltage.....	68
Gambar IV.31 Perbandingan Pembacaan Tegangan Pengujian Overvoltage	71
Gambar IV.32 Pengujian Undervoltage dengan Peraga	72
Gambar IV.33 Perbandingan Pembacaan Tegangan Pengujian Undervoltage Pada Peraga	76
Gambar IV.34 Pengujian Undervoltage dengan Power Supply	77
Gambar IV.35 Perbandingan Pembacaan Tegangan Pengujian Undervoltage Pada Power Supply	79
Gambar IV.36 Pengujian Kesalahan Sensor.....	80
Gambar IV.37 Perbandingan Pembacaan Sensor PZEM-017 dan Voltmeter pada Pengujian Kesalahan Sensor	82

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan.....	20
Tabel III.1 Waktu Penelitian	23
Tabel III.2 Perbandingan Penelitian.....	28
Tabel III.3 Koneksi Pin Komponen	35
Tabel III.4 Pengujian Overvoltage.....	39
Tabel III.5 Pengujian Undervoltage	40
Tabel III.6 Pengujian Kesalahan Sensor.....	40
Tabel IV.1 Kalibrasi Sensor PZEM-017	63
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Overvoltage	69
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Undervoltage	72
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Undervoltage dengan Power Supply.....	77
Tabel IV.5 Pengujian Kesalahan Sensor.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Mikrokontroler	92
Lampiran 2 Proses Pengambilan Data	105
Lampiran 3 Biodata Penulis	118

INTISARI

Pengisian suplai listrik yang tidak stabil pada kendaraan, khususnya pada output tegangan alternator kendaraan, baik overvoltage maupun undervoltage, berpotensi merusak baterai dan komponen elektronik. Penyebab utamanya adalah kerusakan regulator atau sirkuit tegangan kontrol. Penelitian ini mengembangkan alat berupa sistem pendeteksi dan penstabil tegangan tidak stabil pada suplai listrik kendaraan secara real-time. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Sistem dirancang menggunakan ESP32 Devkit V1, sensor PZEM-017 (komunikasi Modbus RTU via RS-485), relay, konverter step-up dan step-down, serta dilengkapi LCD, LED, dan DF Player Mini. Sistem memantau kondisi tegangan, di mana jika tegangan melebihi (>15 Volt), relay 3 akan aktif dan mengarahkan ke step-down. Apabila tegangan kurang ($<13,3$ Volt), relay 1 aktif sistem mengarahkan ke step-up, apabila sistem mendeteksi di rentang normal ($13,7-14,7$ Volt) maka relay 2 akan aktif dan mengarahkan ke aki, yang dalam program nanti akan diberitahukan melalui pemberitahuan pada LCD, lampu LED, dan suara dari DF Player Mini. Pengujian dilakukan pada alat peraga alternator 12 Volt dan power supply. Hasil penelitian menunjukkan akurasi sensor PZEM-017 mencapai 99,80% dengan error 0,27% pada kalibrasi. Sistem berhasil mendeteksi dan mengoreksi overvoltage ($>15,0$ Volt) menggunakan step-down. Pada undervoltage ($<13,3$ Volt), sistem berhasil mendeteksi, namun step-up rusak akibat arus yang besar karena lonjakan tegangan transien. Kesimpulannya, sistem cerdas ini mampu mendeteksi ketidakstabilan tegangan dengan akurasi yang sangat baik, tetapi dalam aspek koreksi masih membutuhkan konverter DC-DC yang lebih sesuai untuk diterapkan di lingkungan kendaraan atau ditambahkan perlindungan tegangan tinggi pada modul konverter tegangan DC-DC.

Kata Kunci : Tegangan lebih, tegangan kurang, sistem cerdas, alternator, sistem suplai listrik kendaraan.

ABSTRACT

Unstable electrical supply in vehicles, particularly on the alternator voltage output, whether overvoltage or undervoltage, has the potential to damage the battery and electronic components. The main cause is damage to the regulator or the voltage control circuit. This research develops a device in the form of a real-time detection and stabilization system for unstable voltage in vehicle electrical supplies. The method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The system is designed using an ESP32 Devkit V1, PZEM-017 sensor (Modbus RTU communication via RS-485), relays, step-up and step-down converters, and is equipped with an LCD, LEDs, and a DF Player Mini. The system monitors the voltage condition, where if the voltage exceeds (>15 Volts), relay 3 will activate and direct the current to the step-down converter. If the voltage is below (<13.3 Volts), relay 1 activates and the system directs it to the step-up converter. If the system detects a normal range voltage (13.7-14.7 Volts), relay 2 will activate and direct the current to the battery. These conditions will be indicated in the program through notifications on the LCD, LED lights, and sound from the DF Player Mini. Testing was conducted on a 12-volt alternator simulator and a power supply. The results showed that the accuracy of the PZEM-017 sensor reached 99.80% with an error of 0.27% during calibration. The system successfully detected and corrected overvoltage (>15.0 Volts) using the step-down converter. In the case of undervoltage (<13.3 Volts), the system successfully detected it, but the step-up converter was damaged due to the large current caused by transient voltage spikes. In conclusion, this smart system is able to detect voltage instability with excellent accuracy, but in terms of correction, it still requires a DC-DC converter that is more suitable for application in a vehicle environment or the addition of high-voltage protection to the DC-DC voltage converter module.

Keywords : Overvoltage, Undervoltage, intelligent system, Alternator, Vehicle Electrical Supply System.