

TUGAS AKHIR
PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER
PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS
INTERNET OF THINGS

Ditujukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun Oleh:
MUHAMMAD RAFAEL PUTRA WAHYUDI
22.02.1052

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

TUGAS AKHIR
PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER
PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS
INTERNET OF THINGS

Ditujukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun Oleh:
MUHAMMAD RAFAEL PUTRA WAHYUDI
22.02.1052

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

*DEVELOPMENT OF A RETROREFLECTOMETER TEST DEVICE FOR MOTORIZED
VEHICLES BASED ON THE INTERNET OF THINGS*

Disusun Oleh

MUHAMMAD RAFAEL PUTRA WAHYUDI

22021052

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



R. Arief Novianto, M.Sc.
NIP.197411292006041001

Tanggal 18 Mei 2026

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

DEVELOPMENT OF A RETROREFLECTOMETER TEST DEVICE FOR MOTORIZED VEHICLES BASED ON THE INTERNET OF THINGS

Disusun oleh :

MUHAMMAD RAFAEL PUTRA WAHYUDI

22021052

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 18 Mei 2026 :

Ketua Sidang

Tanda tangan

Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T.
NIP.198105222008121001

Penguji 1



Tanda tangan

M. Rifqi Tsani, M.Kom.
NIP.198908222019021001

Penguji 2



Tanda tangan

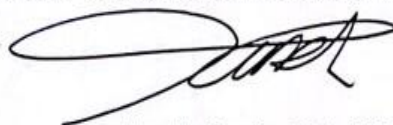
R. Arief Novianto, M.Sc.
NIP.197411292006041001



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif



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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafael Putra Wahyudi

Notar : 22021052

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS***" adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber yang saya gunakan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dan rinci dalam daftar Pustaka dan diidentifikasi dengan tepat dalam teks skripsi ini.

Saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar sarjana terapan transportasi dalam institusi mana pun. Apabila terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil karya pihak lain, saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Saya juga menyatakan bahwa semua data, hasil penelitian, dan temuan yang termuat dalam skripsi ini adalah hasil karya dan kontribusi saya sendiri, kecuali jika diindikasikan sebaliknya dengan jelas. Saya tidak menggunakan pekerjaan atau kontribusi pihak lain tanpa persetujuan dan atribusi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Tegal, 18 Mei 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Rafael Putra Wahyudi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan segala berkah serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Dalam momentum penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan apresiasi yang mendalam atas dukungan dan bimbingan yang tak ternilai selama proses penyusunan skripsi dengan judul "**PENGEMBANGAN ALAT UJI RETROREFLEKTOMETER PADA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS***" ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, ST., MT selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak R. Arief Novianto, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing.
4. Kedua Orang Tua saya yang telah membesarkan serta mendidik saya dengan penuh kasih sayang sampai saat ini.

Penulis menyadari bahwa laporan magang ini mungkin masih memiliki kekurangan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal yang berarti dalam perjalanan kami di dunia profesional. Terima kasih atas segala bantuan dan kesempatan berharga yang telah diberikan kepada kami.

Tegal, 18 Mei 2026

Yang menyatakan



Muhammad Rafael Putra Wahyudi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
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	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Penelitian Relevan	5
II.2 Pengujian Kendaraan Bermotor.....	7
II.3 Alat Pemantul Cahaya	8
II.3.1 Ketentuan warna Alat Pemantul Cahaya Tambahan	11
II.3.2 Bentuk, Ukuran, dan Warna Alat Pemantul Cahaya Tambahan	11
II.3.3 Bahan Alat Pemantul Cahaya	12
II.4 <i>Internet Of Things</i>	13
II.5 Komponen Rancang Bangun Alat	13
II.5.1 <i>Hardware</i>	13
II.5.2 <i>Software</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
III.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	21
III.1.1 Lokasi Penelitian	21
III.1.2 Waktu Penelitian.....	21
III.2 Metode Penelitian	22
III.3 Jenis Pengumpulan Data	23
III.4 Teknik Pengumpulan Data	24

III.5 Diagram Alir Penelitian	25
III.6 Alat dan Bahan.....	26
III.7 Perancangan Alat	27
III.7.1 Desain Alat.....	27
III.7.2 Peletakan Alat	28
III.7.3 Diagram Alir Cara Kerja Alat.....	30
III.7.4 Wiring Diagram.....	32
III.8 Metode Kalibrasi	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
IV.1 Perancangan dan Perakitan Alat	35
IV.1.1 Perancangan <i>Software</i>	35
IV.1.2 Pembuatan Akun <i>Thingspeak</i>	38
IV.1.3 Pemograman Alat.....	44
IV.1.4 Perakitan Alat	49
IV.2 Cara Kerja dan Prosedur Penggunaan Alat	58
IV.2.1 Cara Kerja Alat.....	58
IV.2.2 Prosedur Penggunaan Alat	59
IV.2.3 Pengujian Sistem <i>Internet of Things</i> (IoT).....	65
IV.3 Kalibrasi Alat.....	69
IV.4 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Alat Standar	73
IV.4.1. Hasil Pengujian Stiker Warna Merah	74
IV.4.2. Hasil Pengujian Stiker Warna Kuning	76
IV.4.3. Hasil Pengujian Stiker Warna Putih.....	79
IV.5 Analisis Pengukuran dan Hubungan Data	82
IV.5.1. Analisis Error (%).....	82
IV.5.2. Analisis Korelasi (R/R^2)	87
IV.5.3. Analisis <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	89
IV.5.4. Analisis Grafik Scatter	90
IV.6 Pembahasan	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	93
V.1 Kesimpulan.....	93
V.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Stiker alat pemantul cahaya tambahan berwarna merah.....	11
Gambar II.2 Stiker alat pemantul cahaya tambahan berwarna kuning	12
Gambar II.3 Stiker alat pemantul cahaya tambahan berwarna putih.....	12
Gambar II.4 Esp 32.....	14
Gambar II.5 LCD.....	15
Gambar II.6 LED.....	15
Gambar II.7 Baterai	16
Gambar II.8 Sensor VEML7700.....	16
Gambar II.9 Sensor TCS34725	17
Gambar II.10 Sensor BNO055.....	18
Gambar II.11 Arduino IDE	19
Gambar II.12 Fritzing.....	20
Gambar II.13 Thingspeak.....	20
Gambar III.1 Kantor BPLJSKB	21
Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar III.3 Rancangan Tampak Depan	27
Gambar III.4 Rancangan Tampak Samping	28
Gambar III.5 Rancangan Tampak Belakang.....	28
Gambar III.6 Peletakan Komponen Alat Tampak Depan.....	29
Gambar III.7 Peletakan Komponen Alat Tampak Samping	29
Gambar III.8 Peletakan Komponen Alat Tampak Belakang	30
Gambar III.9 Diagram Alir Cara Kerja Alat.....	31
Gambar III.10 Wiring Diagram Alat.....	32
Gambar IV.1 Membuka Software Fritzing.....	36
Gambar IV.2 Menu Breadboard	36
Gambar IV.3 Mempersiapkan Komponen	37
Gambar IV.4 Merangkai Komponen.....	38
Gambar IV.5 Website Thingspeak.....	39
Gambar IV.6 Pembuatan Akun Baru.....	40
Gambar IV.7 Pengisian Data Identitas	41
Gambar IV.8 Verifikasi dan Aktivasi Akun	42
Gambar IV.9 Pembuatan Channel	43
Gambar IV.10 Gambar Konfigurasi API Key	44
Gambar IV.11 Membuka Software Arduino IDE.....	45
Gambar IV.12 Pemrograman Library dan Define Port.....	46
Gambar IV.13 Konfigurasi Wifi dan ThingSpeak	46
Gambar IV.14 Program Utama	47
Gambar IV.15 Pembuatan Program Setup dan Loop	48
Gambar IV.16 Verifikasi dan Upload Program	48
Gambar IV.17 Perakitan Modul Baterai.....	50
Gambar IV.18 Perakitan Mikrokontroler ESP32.....	51
Gambar IV.19 Perakitan LCD	52
Gambar IV.20 Perakitan Sensor VEML7700.....	54

Gambar IV.21	Perakitan Sensor TCS34725	55
Gambar IV.22	Perakitan Sensor BNO055	56
Gambar IV.23	Perakitan LED	57
Gambar IV.24	Penggabungan Seluruh Komponen	58
Gambar IV.25	Menghidupkan Alat	59
Gambar IV.26	Tampilan Awal Alat	60
Gambar IV.27	Menyambungkan Ke Wifi	61
Gambar IV.28	Menempelkan Alat Ke Stiker APC	62
Gambar IV.29	Hasil Pengukuran Alat	63
Gambar IV.30	Tampilan Di ThingSpeak	64
Gambar IV.31	Mematikan Alat	65
Gambar IV.32	Tampilan ESP32 Terhubung dengan WiFi	66
Gambar IV.33	Tampilan Channel <i>ThingSpeak</i>	67
Gambar IV.34	Grafik Pemantauan Data Sensor	68
Gambar IV.35	Grafik Kalibrasi Sensor VEML7700	70
Gambar IV.36	Kalibrasi Sensor VEML7700	70
Gambar IV.37	Grafik Kalibrasi Sensor BNO055	71
Gambar IV.38	Kalibrasi Sensor BNO055	72
Gambar IV.39	Kalibrasi Sensor TCS34725	73
Gambar IV.40	Grafik Pengujian Stiker Warna Merah	75
Gambar IV.41	Hasil Pengujian Stiker Warna Merah	76
Gambar IV.42	Grafik Pengujian Stiker Warna Kuning	78
Gambar IV.43	Hasil Pengujian Stiker Warna Kuning	78
Gambar IV.44	Grafik Hasil Pengujian Stiker Warna Putih	81
Gambar IV.45	Hasil Pengujian Stiker Warna Putih	81
Gambar IV.47	Graffik Scatter Stiker Warna Merah	90
Gambar IV.48	Grafik Scatter Stiker Warna Kuning	91
Gambar IV.49	Grafik Scatter Stiker Warna Putih	91

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan	5
Tabel II.2 Minimum Koefisien Retro Reflektif	12
Tabel III.1 Waktu Penelitian.....	21
Tabel III.2 Komponen <i>Software</i>	26
Tabel III.3 Komponen <i>Hardware</i>	26
Tabel III.4 Kalibrasi Sensor VEML7700	32
Tabel III.5 Kalibrasi Sensor BNO055	33
Tabel III.6 Kalibrasi Sensor Warna TCS34725	34
Tabel IV.1 Kalibrasi Sensor VEML7700	69
Tabel IV.2 Kalibrasi Sensor BNO055	71
Tabel IV.3 Kalibrasi Sensor TCS34725.....	72
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Stiker Warna Merah	74
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Stiker Warna Kuning	77
Tabel IV.6 Hasil Pengujian Stiker Warna Putih	79
Tabel IV.7 Persentase Error Stiker Warna Merah.....	83
Tabel IV.8 Persentase Error Stiker Warna Kuning.....	84
Tabel IV.9 Persentase Error Stiker Warna Putih	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kalibrasi Sensor VEML7700	98
Lampiran 2	Kalibrasi Sensor BNO055.....	99
Lampiran 3	Kalibrasi TCS34725	100
Lampiran 4	Alat Uji Standar (Retrosign GRX).....	101
Lampiran 5	Pengambilan Data 3 Warna Stiker Tipe mn tech 104R-000006 ...	102
Lampiran 6	Pemograman	103

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya risiko kecelakaan pada kendaraan angkutan barang, terutama pada malam hari dengan visibilitas rendah. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah kondisi alat pemantul cahaya (APC) yang berfungsi meningkatkan keterlihatan kendaraan. Namun, di lapangan masih ditemukan stiker reflektif yang tidak memenuhi standar akibat penurunan kualitas, pemasangan yang kurang tepat, maupun usia pakai. Oleh karena itu, diperlukan alat ukur reflektivitas yang praktis, portabel, dan cukup akurat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat uji retrorreflektometer berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengukur intensitas pantulan cahaya, mengenali warna stiker, serta menentukan sudut pengukuran.

Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tahapan perancangan, perakitan, hingga pengujian alat. Sistem memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama dengan sensor VEML7700 untuk intensitas cahaya, TCS34725 untuk warna, dan BNO055 untuk sudut. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar sentuh dan dikirim ke *ThingSpeak* untuk pemantauan secara *online*. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat standar seperti lux meter dan busur derajat. Pengujian dilakukan pada stiker APC berwarna merah, kuning, dan putih.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan memiliki akurasi yang baik dengan selisih pengukuran yang relatif kecil dibandingkan alat standar. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati satu menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat dan konsisten. Selain itu, fitur IoT memudahkan pemantauan data secara *real-time* sehingga proses pengujian menjadi lebih efisien. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi alternatif yang praktis dan ekonomis dalam mendukung pengujian stiker pemantul cahaya pada kendaraan bermotor.

Kata kunci: retrorreflektometer, *Internet of Things*, intensitas cahaya, stiker reflektif, ESP32

ABSTRACT

This study is motivated by the high risk of accidents involving freight vehicles, especially at night when visibility is limited. One of the contributing factors is the condition of retroreflective devices (APC), which function to improve vehicle visibility. However, in practice, many reflective stickers do not meet the required standards due to material degradation, improper installation, and prolonged usage. Therefore, a practical, portable, and sufficiently accurate measurement tool is needed. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based retroreflectometer capable of measuring reflected light intensity, identifying sticker color, and determining the measurement angle.

The method used is Research and Development (R&D), covering stages from system design and assembly to testing. The system uses an ESP32 microcontroller as the main controller, with a VEML7700 sensor for light intensity, a TCS34725 sensor for color detection, and a BNO055 sensor for angle measurement. Measurement results are displayed on a touchscreen and transmitted to ThingSpeak for online monitoring. Calibration is performed by comparing sensor readings with standard tools such as a lux meter and a protractor. The device is tested using red, yellow, and white APC stickers.

The results indicate that the developed device provides good accuracy with relatively small differences compared to standard instruments. The coefficient of determination (R^2), which is close to one, shows a strong and consistent relationship between measurements. In addition, the IoT feature enables real-time monitoring, making the testing process more efficient. Therefore, this device can be used as a practical and cost-effective alternative for evaluating reflective stickers on motor vehicles.

Keywords: *retroreflectometer, Internet of Things, light intensity, reflective sticker, ESP32*