



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KECEPATAN DAN
JUMLAH KENDARAAN DI JALAN LINGKUNGAN BERBASIS SENSOR
PHOTO BEAM**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Oleh :

Muhammad Irvan Aditya Andreawan

40040622650054

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KECEPATAN DAN JUMLAH KENDARAAN DI JALAN LINGKUNGAN BERBASIS SENSOR PHOTO BEAM

Diajukan oleh : Muhammad Irvan Aditya Andreawan
NIM : 40040622650054

TELAH DISUSUN DAN DITERIMA OLEH

Dosen Pembimbing,



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.

Semarang, 26 Juni 2026


NIP. 196602201991021001

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

Semarang, 26 Juni 2026

NIP. 197710012001121002

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KECEPATAN DAN JUMLAH KENDARAAN DI JALAN LINGKUNGAN BERBASIS SENSOR PHOTO BEAM

Diajukan oleh : Muhammad Irvan Aditya Andreawan
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Jumat

Tanggal : 26 Juni 2026

Penguji I



Pakhrudin Mangkusasmito, ST, MT

NIP. 198908202019031012

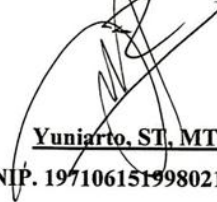
Penguji II



Arkhan Subari, ST, M.Kom

NIP. 197710012001121002

Penguji III



Yuniarto, ST, MT

NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom

NIP.197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Irvan Aditya Andreawan
NIM : 40040622650054
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan dan
Jumlah Kendaraan Di Jalan Lingkungan Berbasis Sensor
Photo Beam

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 26 Juni
Yang membuat Pernyataan

Muhammad Irvan Aditya Andreawan

NIM. 40040622650054

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa Syukur dan ketulusan hati, penulis mempersembahkan karya tugas akhir ini kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan, pengetahuan, serta pengalaman berharga selama proses penyusunan. Karya ini akan penulis persembahkan untuk :

1. Kedua Orang Tua serta Keluarga tercinta yang telah memberi do'a dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
2. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Dista Yoel Tadeus, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Kepada GRUP Kontolodon selaku teman dekat penulis yang kebersamai penulis selama berada di perkuliahan sejak 2022 sampai 2026.
6. Kepada GRUP Kontrakan Koncet selaku teman dekat penulis yang kebersamai penulis selama berada di perkuliahan sejak 2022 sampai 2026
7. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri 2022 yang selalu berjuang bersama dari awal masa perkuliahan hingga lulus.
8. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
9. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Jalan lingkungan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat sekitar permukiman, namun keterbatasan sistem pengawasan menyebabkan sulitnya pemantauan kecepatan dan jumlah kendaraan secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kecepatan dan jumlah kendaraan berbasis sensor *photo beam* yang mampu mendeteksi dan mencatat data kendaraan secara otomatis dan *real-time*.

Sistem yang dibangun mengintegrasikan sensor *photo beam*, mikrokontroler ESP32, LCD, serta *spreadsheet* sebagai media penyimpanan data. Kecepatan kendaraan dihitung berdasarkan selisih waktu antara dua titik sensor dengan jarak tetap 2,5 meter menggunakan rumus $v = s/t$, dan sistem mampu membedakan arah pergerakan kendaraan masuk maupun keluar.

Berdasarkan hasil kalibrasi dan pengujian terhadap 500 data kendaraan, sistem berhasil bekerja dengan baik dan akurat dalam mendeteksi serta mencatat kecepatan kendaraan secara otomatis. Sebagian besar kendaraan tercatat melintas dengan kecepatan normal sesuai batas kecepatan yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 111 Tahun 2015, sementara sebagian kecil terdeteksi melebihi batas kecepatan yang berlaku di jalan lingkungan. Hasil ini membuktikan bahwa sistem monitoring kecepatan dan jumlah kendaraan berbasis sensor *photo beam* layak diimplementasikan sebagai solusi pemantauan lalu lintas di jalan lingkungan.

Kata Kunci: Sistem Monitoring, Kecepatan Kendaraan, Jumlah Kendaraan, Sensor *Photo Beam*, Jalan Lingkungan, Statistik Deskriptif

ABSTRACT

Local roads are one of the transportation infrastructures commonly used by residents in residential areas, however the lack of monitoring systems makes it difficult to accurately track vehicle speed and count. This research aims to design and build a vehicle speed and count monitoring system based on a *photo beam* sensor, capable of detecting and recording vehicle data automatically and in *real-time*.

The system integrates a photo beam sensor, ESP32 microcontroller, LCD, and *spreadsheet* as a data storage medium. Vehicle speed is calculated based on the time difference between two sensor points with a fixed distance of 2.5 meters using the formula $v = s/t$, and the system is capable of distinguishing the direction of vehicle movement, both entry and exit.

Based on calibration results and testing of 500 vehicle data, the system successfully worked accurately in detecting and recording vehicle speed automatically. The majority of vehicles were recorded passing at normal speeds in accordance with the speed limit established by the Regulation of the Minister of Transportation Number 111 of 2015, while a small proportion were detected exceeding the speed limit applicable on local roads. These results prove that the *photo beam* sensor-based vehicle speed and count monitoring system is feasible to be implemented as a traffic monitoring solution on local roads.

Keywords: Monitoring System, Vehicle Speed, Vehicle Count, *Photo Beam* Sensor, Local Road, Descriptive Statistics

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan sekaligus menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sitem Monitoring Kecepatan dan Jumlah Kendaraan Di Jalan Lingkungan Berbasis Sensor *Photo Beam*” sebagai salah satu syarat bagi penulis dalam menyelesaikan program studi Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro.

Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah kreativitas dan pengetahuan yang baik bagi penulis maupun pembaca laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam tersusunnya laporan ini dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
2. Orang Tua serta Keluarga yang telah memberi do'a dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
3. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Dista Yoel Tadeus, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu proses penyelesaian tugas akhir saya.
6. Kepada Grup Kontolodon dan Grup Kontrakan Koncet selaku teman dekat penulis yang kebersamai penulis selama berada di perkuliahan sejak 2022 sampai 2026.
7. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri 2022 yang selalu berjuang bersama dari awal masa perkuliahan hingga lulus.
8. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

9. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini.

Usaha maksimal dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran, dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan kita semua. Semoga Allah SWT memberkati usaha yang kita lakukan, aamiin.

Semarang, 26 Juni 2026

Muhammad Irvan Aditya Andreawan

NIM. 40040622650054

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.4.1 Bagi Penulis	4
1.4.2 Bagi Mahasiswa Dan Pembaca	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan	9
2.2.2 Statistik Deskriptif	10
2.2.3 Sensor Infra Merah (Photo Beam)	11
2.2.4 Mikrokontroler	12
2.2.5 Real Time Clock (RTC)	22
2.2.6 Buzzer	25

2.2.7 Step Down.....	28
2.2.8 LCD I2C 16x2.....	29
2.2.9 Baterai VRLA 12V 7Ah.....	31
2.2.10 Solar Charge Control.....	32
2.2.11 Power Supply	32
2.2.12 Panel Surya (PLTS).....	34
2.2.13 Sistem Catu Daya.....	35
2.2.14 Website Monitoring.....	36
2.2.15 Visual Studio Code.....	39
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....	41
3.1 Metode Penyusunan	41
3.2 Perancangan Hardware.....	41
3.2.1 Diagram Blok	42
3.2.2 Schematic Diagram	44
3.2.3 Wiring Diagram.....	45
3.2.4 Desain 3D Alat	50
3.3 Perancangan Software.....	56
3.3.1 Flowchart Sistem.....	56
BAB IV PEMBUATAN ALAT	61
4.1 Pembuatan Perangkat Keras.....	61
4.1.1 Alat dan Bahan	61
4.1.2 Pembuatan Perangkat Elektrik	62
4.1.3 Pembuatan Perangkat Mekanik.....	66
4.2 Pembuatan Program Pada Arduino IDE.....	69
4.2.1 Inisialisasi pin dan konfigurasi awal ESP32	69
4.2.2 Pembacaan Sinyal Sensor Photo Beam.....	71
4.2.3 Deteksi Waktu Kendaraan Melintas Sensor	73
4.2.4 Perhitungan Kecepatan Kendaraan	75
4.2.5 Penampilan Data Kecepatan pada LCD I2C	76
4.2.6 Pengiriman dan Penyimpanan Data ke <i>Spreadsheet</i>	77
4.2.7 Pengaktifan Buzzer sebagai Indikator.....	78

4.2.8 Sistem Looping untuk Monitoring Real-Time	80
BAB V HASIL DAN ANALISIS	82
5.1 Hasil Pengujian dan Analisis Sistem.....	82
5.1.1 Kalibrasi Pengujian Sistem	82
5.2 Analisis.....	87
5.2.1 Analisis Hasil Uji Coba Alat	87
5.2.2 Analisis Statistik Deskriptif.....	92
5.2.3 Analisis Data Melebihi Kecepatan	94
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	97
6.1 Kesimpulan	97
6.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	99
DAFTAR LAMPIRAN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor Photo Beam.....	12
Gambar 2. 2 Pin Out ESP32 WROOM 32D.....	15
Gambar 2. 3 Bagian-Bagian Arduino IDE.....	16
Gambar 2. 4 Tampilan Menu File.....	18
Gambar 2. 5 URL Box untuk menambahkan board	18
Gambar 2. 6 Tampilan Board Manager	19
Gambar 2. 7 Tampilan Manage Library	19
Gambar 2. 8 Tampilan Menu Tools untuk memilih Board.....	20
Gambar 2. 9 Tampilan Menu Tools untuk memilih Port	20
Gambar 2. 10 Area Sketch Pada Arduino IDE	21
Gambar 2. 11 Tampilan Menu File untuk Save Project.....	22
Gambar 2. 12 Tampilan Menu untuk meyimpan project di computer.....	22
Gambar 2. 13 Rangkaian Real Time Clock DS3231	23
Gambar 2. 14 Bentuk Fisik dan Simbol Real Time Clock DS3231	25
Gambar 2. 15 Bentuk Fisik dan Simbol Buzzer KY-012	28
Gambar 2. 16 Modul Step Down.....	29
Gambar 2. 17 Gambar dan Pinout LCD I2C	31
Gambar 2. 18 Bentuk Fisik Power Supply	33
Gambar 2. 19 Bentuk Fisik Panel Surya.....	35
Gambar 2. 20 Format Penyimpanan File Kode Sesuai Bahasa Yang Digunakan	38
Gambar 2. 21 Tampilan Awal Visual Studio Code	38
Gambar 2. 22 Menu Text File Untuk Memulai Pemrograman.....	39
Gambar 2. 23 Workspace Utama Visual Studio Code	39
Gambar 3. 1 Diagram Blok.....	42
Gambar 3. 2 Schematic Diagram.....	44
Gambar 3. 3 Wiring Diagram	45
Gambar 3. 4 Rangkaian Buzzer	45
Gambar 3. 5 Rangkaian LCD 16x2	46
Gambar 3. 7 Rangkaian Power Supply Pada Sistem	48

Gambar 3. 8 Desain Layout Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan Pada Area Jalan Penelitian.....	50
Gambar 3. 9 3D Situasi Peletakan Sensor	51
Gambar 3. 10 Ukuran Tiang Receiver A	52
Gambar 3. 11 Ukuran Tiang Receiver B, Transmitter A dan B	53
Gambar 3. 12 FlowChart	56
Gambar 4. 1 Layout PCB	63
Gambar 4. 2 Proses Pencetakan & Penyolderan PCB	65
Gambar 4. 3 Integrasi Sistem	66
Gambar 4. 4 Penyangga Bawah.....	67
Gambar 4. 5 Penyangga Utama	67
Gambar 4. 6 Bracket sensor transmitter dan receiver.....	68
Gambar 4. 7 Box Panel.....	68
Gambar 4. 8 Tutup Atas.....	68
Kode Program 4. 1 Program Inisialisasi Pin dan Library ESP32	70
Kode Program 4. 2 Pin Arduino.....	71
Kode Program 4. 3 Program Pembacaan Sensor Photo Beam.....	71
Kode Program 4. 4 Program Deteksi Arah Kendaraan	72
Kode Program 4. 5 Program Validasi Pembacaan Sensor	73
Kode Program 4. 6 Program Penyimpanan Waktu Awal Deteksi Kendaraan....	74
Kode Program 4. 7 Program Perhitungan Waktu Kendaraan Melintas Sensor ..	75
Kode Program 4. 8 Program Perhitungan Kecepatan Kendaraan	75
Kode Program 4. 9 Program Tampilan Kecepatan Kendaraan pada LCD.....	76
Kode Program 4. 10 Program Inisialisasi LCD I2C	76
Kode Program 4. 11 Program Penampilan Data Kecepatan pada LCD.....	77
Kode Program 4. 12 Program Koneksi WiFi ESP32	77
Kode Program 4. 13 Program Inisialisasi Google Spreadsheet	78
Kode Program 4. 14 Program Pengiriman Data ke Google Spreadsheet.....	78
Kode Program 4. 15 Program Inisialisasi Buzzer	79
Kode Program 4. 16 Program Pengaktifan Buzzer	79
Kode Program 4. 17 Program Penonaktifan Buzzer	80
Kode Program 4. 18 Program Looping Pembacaan Sensor	80
Kode Program 4. 19 Program Looping Pengiriman Data	80
Gambar 5. 1 Dokumentasi Kalibrasi Pengujian Sistem	87
Gambar 5. 2 Grafik Analisis Uji Coba Alat.....	89
Gambar 5. 3 Grafik Jumlah Kendaraan Masuk dan Keluar	91
Gambar 5. 4 Grafik Distribusi Normal Kecepatan Kendaraan.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Mode Operasi ESP32	13
Tabel 2- 2 Spesifikasi ESP32 WROOM 32D	14
Tabel 2- 3 Deskripsi Pin RTC.....	24
Tabel 2- 4 Spesifikasi RTC DS3231	24
Tabel 2- 5 Deskripsi Pin Buzzer	27
Tabel 2- 6 Spesifikasi Buzzer	27
Tabel 2- 7 Deskripsi Pin Modul Step Down.....	29
Tabel 2- 8 Spesifikasi Modul Step Down.....	29
Tabel 2- 9 Deskripsi Pin Modul LCD I2C.....	30
Tabel 2- 10 Spesifikasi Power Supply Yang Digunakan	33
Tabel 2- 11 Spesifikasi Panel Surya Yang Digunakan.....	35
Tabel 3- 1 Konfigurasi Rangkaian Buzzer dan ESP32.....	46
Tabel 3- 2 Konfigurasi Rangkaian LCD I2C dan ESP32	47
Tabel 3- 3 Konfigurasi Rangkaian RTC DS3231 dan ESP32	48
Tabel 3- 4 Konfigurasi Rangkaian Power Supply pada Sistem.....	49
Tabel 4- 1 Alat yang digunakan.....	61
Tabel 4- 2 Bahan yang digunakan	62
Tabel 5- 1 Data Kalibrasi Pengujian Sistem Pada Kecepatan 10 Km/h	83
Tabel 5- 2 Statistik Deskriptif Kalibrasi Kecepatan 10 Km/h.....	83
Tabel 5- 3 Data Kalibrasi Pengujian Sistem Pada Kecepatan 20 Km/h	84
Tabel 5- 4 Statistik Deskriptif Kalibrasi Kecepatan 20 Km/h.....	84
Tabel 5- 5 Data Kalibrasi Pengujian Sistem Pada Kecepatan 30 Km/h	85
Tabel 5- 6 Statistik Deskriptif Kalibrasi Kecepatan 30 Km/h.....	85
Tabel 5- 7 Ringkasan Hasil Kalibrasi	86
Tabel 5- 8 Analisis Hasil Uji Coba Alat	88
Tabel 5- 9 Statistik Deskriptif Kecepatan Kendaraan	92
Tabel 5- 10 Data yang Melebihi Batas Kecepatan	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Rancang Bangun Alat di VS Code.....	101
Lampiran 2. Proses Pembuatan	111
Lampiran 3. Wiring Diagram	112
Lampiran 4. Datasheet Sensor PhotoBeam AB018.....	112
Lampiran 5. Datasheet ESP32 Wroom.....	113
Lampiran 6. Datasheet RTC DS3231	113
Lampiran 7. Datasheet Buzzer Ky-012	115
Lampiran 8. Datasheet LCD I2C 16x2.....	116
Lampiran 9. Datasheet StepDown LM2596.....	116
Lampiran 10. Datasheet PLTS 20Wp.....	117
Lampiran 11. Datasheet SCC PWM.....	117
Lampiran 12. Tabel Pengujian Sensor.....	118