

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BEBAN
MUATAN PADA KENDARAAN ANGKUTAN BARANG
BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Ditujukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh:
Irsyad Burhanudin
22021020

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BEBAN MUATAN PADA
KENDARAAN ANGKUTAN BARANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS***
*DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LOAD SECURITY SYSTEM FOR FREIGHT
TRANSPORT VEHICLES BASED ON THE INTERNET OF THINGS*

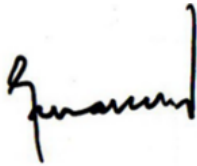
Disusun oleh:

IRSYAD BURHANUDIN
22021020

Telah disetujui oleh:

Tanggal 27 November 2025

Pembimbing



Drs. Gunawan, M.T.

NIP. 196212181989031006

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BEBAN MUATAN PADA
KENDARAAN ANGKUTAN BARANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
*DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LOAD SECURITY SYSTEM FOR FREIGHT
TRANSPORT VEHICLES BASED ON THE INTERNET OF THINGS***

Disusun oleh:

IRSYAD BURHANUDIN

22021020

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 11 Mei 2026

Ketua Sidang

R. Arief Novianto, S.T., M.Sc.

NIP. 197411292006041001

Penguji 1

Siti Shofiah, S.Si., M.Sc.

NIP. 198909192019022001

Penguji 2

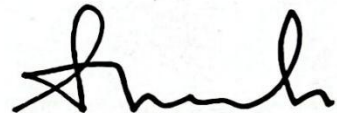
Drs. Gunawan, M.T.

NIP. 196212181989031006

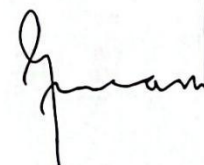
Tanda Tangan



Tanda Tangan



Tanda Tangan



Mengetahui:

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.

NIP. 19830704200912004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irsyad Burhanudin

Notar : 22021020

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BEBAN MUATAN PADA KENDARAAN ANGKUTAN BARANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS***" merupakan hasil dari karya penulis. Segala bentuk literatur yang dimanfaatkan untuk penelitian ini secara jelas dan lengkap telah dicantumkan pada daftar pustaka dengan diidentifikasi secara benar melalui laporan tugas akhir ini.

Penulis menyatakan, bahwa karya ini tidak pernah diajukan sebelumnya dalam format yang sama untuk mendapatkan gelar sarjana terapan atau jenjang pendidikan lain di institusi pendidikan lainnya. Seluruh isi, data, hasil penelitian, dan kesimpulan yang disajikan dalam tugas akhir ini merupakan karya penulis sendiri. Penulis bersedia untuk menanggung segala risiko dan sanksi apabila dikemudian hari terbukti bahwa tugas akhir ini bukan hasil karya penulis sendiri.

Oleh karena itu, penulis membuat pernyataan ini dengan penuh sadar dan tanggung jawab, tanpa terpengaruh oleh tekanan atau paksaan dari pihak lain.

Tegal, 11 Mei 2026

Yang Menyatakan



Irsyad Burhanudin

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat, hidayah, dan petunjuk-Nya yang telah memberikan suatu kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini secara baik dan tepat waktu. Penulis sangat terima kasih atas seluruh bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama menyelesaikan proses menyusun tugas akhir yang berjudul "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BEBAN MUATAN PADA KENDARAAN ANGKUTAN BARANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS*". Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
 2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif;
 3. Bapak Drs. Gunawan, M.T. selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing dan memberikan arahan serta saran selama menyelesaikan penyusunan tugas akhir;
 4. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan dukungan, semangat dan motivasi, terutama bapak dan ibu yang sudah mengorbankan jiwa dan raganya untuk membesarkan penulis dengan penuh cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya;
 5. Seluruh rekan – rekan Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif
- Penulis menyampaikan untuk tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka, penulis berharap semoga dengan karya ini dapat memberikan manfaat.

Tegal, 11 Mei 2026

Yang Menyatakan



Irsyad Burhanudin

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Rancang Bangun	6
II.2 Sistem Keamanan	6
II.3 Kunci Kontak Kendaraan	6
II.4 Beban Muatan	8
II.4.1 Berat Kosong (BK)	8
II.4.2 Jumlah Berat yang Diperbolehkan (JBB)	8
II.4.3 Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI).....	8

II.4.4 Muatan Sumbu Terberat (MST).....	8
II.4.5 Perhitungan Berat Muatan.....	9
II.4.6 Tata Cara Pemuatan	10
II.5 <i>Overloading</i>	10
II.5.1 Pengertian	10
II.5.2 Regulasi <i>Overloading</i> pada Kendaraan Angkutan Barang ...	11
II.6 Angkutan Barang	12
II.7 <i>Internet of Things</i>	12
II.8 <i>Hardware</i>	13
II.8.1 ESP 32.....	13
II.8.2 Sensor VL53L0X	13
II.8.3 <i>Buzzer</i>	14
II.8.4 <i>Relay</i>	15
II.8.5 LED RGB.....	15
II.8.6 LCD I2C 20X4.....	16
II.9 <i>Software</i>	17
II.9.1 Arduino IDE (<i>Integrate Development Environmental</i>).....	17
II.9.2 Fritzing	17
II.9.3 MIT App Inventor	18
II.9.4 Firebase.....	19
II.9.5 <i>Google Sheets</i>	19
II.10 Penelitian Relevan	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
III.1.1 Tempat Penelitian	23
III.1.2 Waktu Penelitian	23
III.2 Metode Penelitian	24

III.3 Alat dan Bahan Penelitian	25
III.3.1 Alat	25
III.3.2 Bahan	28
III.4 Metode Pengumpulan dan Pengambilan Data	30
III.4.1 Jenis Data	30
III.4.2 Teknik Pengambilan Data	31
III.5 Diagram Alir Penelitian	31
III.5.1 Identifikasi Masalah	32
III.5.2 Studi Literatur	33
III.5.3 Perancangan	33
III.5.4 Perakitan Alat	33
III.5.5 Pengujian Alat	33
III.5.6 Hasil dan Pembahasan	33
III.5.7 Kesimpulan dan Saran	34
III.6 Desain Alat	34
III.6.1 Perancangan Alat	34
III.6.2 Penempatan Alat	36
III.7 Kalibrasi Alat	37
III.7.1 Kalibrasi Sensor VL53L0X	37
III.8 Pengujian Alat	38
III.8.1 Pengujian Sistem Alat	38
III.8.3 Pengujian <i>Internet of Things</i>	39
III.9 Diagram Alir Cara Kerja Alat	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
IV.1 Perancangan Alat	44
IV.1.1 Perancangan Skema Rangkaian Alat	44
IV.1.2 Pemograman Alat Menggunakan <i>Software</i> Arduino IDE	46

IV.1.3 Perancangan <i>Real Time</i> Database Melalui Firebase	51
IV.1.4 Perancangan Aplikasi Menggunakan <i>Website</i> Mit App Inventor	55
IV.1.5 Perancangan Tampilan Proyek Pada <i>Google Sheets</i>	59
IV.2 Perakitan Alat	61
IV.2.1 Perakitan ESP 32	62
IV.2.2 Perakitan LED RGB.....	62
IV.2.3 Perakitan <i>Relay</i>	63
IV.2.4 Perakitan <i>Buzzer</i>	63
IV.2.5 Perakitan Sensor VL53L0X	64
IV.2.6 Perakitan LCD.....	64
IV.2.7 Hasil Keseluruhan Pemasangan Komponen	65
IV.3 Cara Kerja Alat	65
IV.3.1 Inisialisasi Sistem.....	66
IV.3.2 Pemrosesan Data Oleh Mikrokontroler	67
IV.3.3 Sistem Menentukan Setiap Kondisi	67
IV.3.4 Tindakan Sistem	68
IV.3.5 Pengiriman Data Berbasis IoT	69
IV.4 Penimbangan Beban Muatan	69
IV.5 Pengukuran Perubahan Jarak terhadap Beban	71
IV.6 Penentuan Batas Kondisi Beban	73
IV.7 Implementasi pada Kendaraan	76
IV.8 Pengujian Alat	79
IV.8.1 Kalibrasi Sensor Jarak	79
IV.8.2 Waktu pembacaan sensor.....	82
IV.8.3 Pengujian Sistem Alat.....	83
IV.8.4 Hasil Kinerja Sistem Alat.....	87

IV.9 <i>Internet of Things</i> (IoT)	88
IV.9.1 Firebase sebagai Database	88
IV.9.2 Aplikasi Monitoring.....	89
IV.9.2 Penyimpanan Data pada <i>Google Sheets</i>	91
IV.9.1 Pengujian <i>Internet of Things</i>	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	96
V.1 Kesimpulan	96
V.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98
DAFTAR LAMPIRAN	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kunci kontak kendaraan	7
Gambar II.2 ESP 32	13
Gambar II.3 Sensor VL53L0X	14
Gambar II.4 <i>Buzzer</i>	14
Gambar II.5 <i>Relay</i>	15
Gambar II.6 LED RGB.....	15
Gambar II.7 LCD I2C 20X4	16
Gambar II.8 Arduino IDE	17
Gambar II.9 Fritzing	17
Gambar II.10 Mit App Inventor	18
Gambar II.11 Firebase	19
Gambar II.12 <i>Google Sheets</i>	19
Gambar III.1 Lokasi Penelitian	23
Gambar III.2 Kendaraan.....	25
Gambar III.3 Laptop	26
Gambar III.4 <i>Smartphone</i>	26
Gambar III.5 Laser Distance Meter.....	27
Gambar III.6 Timbangan Digital.....	28
Gambar III.7 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar III.8 Diagram Blok.....	34
Gambar III.9 Skema Rangkaian Alat.....	35
Gambar III.10 Penempatan Sensor Jarak	36
Gambar III.11 Penempatan Box Alat.....	37
Gambar III.12 Diagram Cara Kerja Alat.....	41
Gambar IV.1 <i>Software</i> Fritzing.....	44
Gambar IV.2 Mempersiapkan Komponen atau <i>Part</i>	45
Gambar IV.3 <i>Import</i> Komponen.....	45
Gambar IV.4 Komponen yang digunakan.....	46
Gambar IV.5 Perakitan Komponen atau <i>Part</i>	46
Gambar IV.6 <i>Software</i> Arduino IDE.....	47
Gambar IV.7 Menambahkan <i>Board</i> ESP 32	48
Gambar IV.8 Menginstal <i>Library</i>	48

Gambar IV.9 Program bagian <i>includes library</i> dan pin.....	49
Gambar IV.10 Fungsi <i>Setup</i> Program	50
Gambar IV.11 Fungsi <i>Loop</i> Program	50
Gambar IV.12 <i>Verify</i> Program	51
Gambar IV.13 <i>Upload</i> Program.....	51
Gambar IV.14 <i>Website</i> Firebase	52
Gambar IV.15 Pilih menu " <i>Create A New Firebase Project</i> "	52
Gambar IV.16 Membuat Nama <i>Project</i>	52
Gambar IV.17 Pilih Menu " <i>Default Account for Firebase</i> "	53
Gambar IV.18 <i>Project</i> Nama.....	53
Gambar IV.19 Pilih Lokasi	54
Gambar IV.20 Perubahan <i>False</i> ke <i>True</i>	54
Gambar IV.21 Data Firebase Realtime Database	55
Gambar IV.22 <i>Software</i> Mit App Inventor.....	55
Gambar IV.23 Tampilan Desain Pertama.....	56
Gambar IV.24 Tampilan Desain Kedua	56
Gambar IV.25 Kode Blok Pertama.....	57
Gambar IV.26 Kode Blok Kedua.....	57
Gambar IV.27 Integrasi dengan Firebase Realtime Database	59
Gambar IV.28 <i>Software Google Sheets</i>	59
Gambar IV.29 Membuat Nama <i>Project</i>	60
Gambar IV.30 Pilih Menu Ekstensi	60
Gambar IV.31 Integrasi dengan <i>Google Sheets</i>	60
Gambar IV.32 Tampilan pada <i>Google Sheets</i>	61
Gambar IV.33 Perakitan ESP 32	62
Gambar IV.34 Perakitan LED RGB.....	62
Gambar IV.35 Perakitan <i>Relay</i>	63
Gambar IV.36 Perakitan <i>Buzzer</i>	63
Gambar IV.37 Perakitan Sensor VL53L0X	64
Gambar IV.38 Perakitan LCD.....	64
Gambar IV.39 Tampak dalam dan luar dari sistem alat.....	65
Gambar IV.40 Proses Inisialisasi Sistem	66
Gambar IV.41 Pemrosesan Data Oleh Mikrokontroler	67
Gambar IV.42 Sistem Menentukan Setiap Kondisi	67

Gambar IV.43 Tindakan Sistem	68
Gambar IV.44 Pengiriman Data Berbasis IoT	69
Gambar IV.45 Penimbangan Beban Muatan.....	69
Gambar IV.46 Pengukuran jarak bawah bak ke gardan	71
Gambar IV.47 Grafik Perubahan Jarak terhadap Beban	72
Gambar IV.48 Penambahan Beban Muatan	76
Gambar IV.49 Pemasangan Sensor.....	76
Gambar IV.50 Sistem Alat.....	76
Gambar IV.51 Perangkat Monitoring	77
Gambar IV.52 Sistem Alat Pada Kendaraan	77
Gambar IV.53 Pemutusan Arus	78
Gambar IV.54 Skema Rangkaian Sistem Pemutusan Arus Menggunakan <i>Relay</i>	78
Gambar IV.55 Kalibrasi Sensor Jarak	79
Gambar IV.56 Grafik Kalibrasi Sensor Jarak.....	81
Gambar IV.57 Perbandingan Beban	85
Gambar IV.58 Beban Aman.....	85
Gambar IV.59 Beban Waspada.....	86
Gambar IV.60 Beban Bahaya atau <i>Overloading</i>	86
Gambar IV.61 Data pada Firebase	88
Gambar IV.62 Perubahan Nilai Data pada Firebase	89
Gambar IV.63 Aplikasi Monitoring.....	89
Gambar IV.64 Antarmuka Aplikasi Monitoring	90
Gambar IV.65 Saat Kondisi Aman.....	90
Gambar IV.66 Saat Kondisi Waspada	91
Gambar IV.67 Saat Kondisi Bahaya.....	91
Gambar IV.68 Pencatatan Data pada <i>Google Sheets</i>	91

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kelas Jalan Berdasarkan MST	9
Tabel II.2 Peneletian Relevan	20
Tabel III.1 Waktu Penelitian	23
Tabel III.2 Spesifikasi Kendaraan.....	25
Tabel III.3 Spesifikasi Laptop	26
Tabel III.4 Spesifikasi <i>Smartphone</i>	27
Tabel III.5 Komponen <i>Hardware</i>	28
Tabel III.6 Komponen <i>Software</i>	30
Tabel III.7 Komponen Alat	35
Tabel III.8 Kalibrasi Sensor VL53L0X.....	38
Tabel III.9 Pengujian Sistem Alat.....	38
Tabel III.10 Hasil Kinerja Sistem Alat.....	39
Tabel III.11 Pengujian <i>Internet of Things</i>	39
Tabel III.12 Hasil Kinerja IoT	40
Tabel IV.1 Variasi Beban	70
Tabel IV.2 Jarak bawah bak ke gardan	71
Tabel IV.3 Pembagian Kondisi Beban.....	74
Tabel IV.4 Kalibrasi Sensor Jarak	80
Tabel IV.5 Waktu pembacaan sensor.....	82
Tabel IV.6 Pengujian Sistem Alat.....	83
Tabel IV.7 Hasil Kinerja Sistem Alat.....	87
Tabel IV.8 Pengujian <i>Internet of Things</i>	92
Tabel IV.9 Hasil Kinerja IoT	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Sensor VL53L0X	102
Lampiran 2 Kartu Uji Berkala Kendaraan Bermotor	103
Lampiran 3 Hasil Pengujian	104
Lampiran 4 Kalibrasi Sensor	105
Lampiran 5 Beban Muatan.....	108
Lampiran 6 Pengambilan Data Jarak	113
Lampiran 7 Monitoring	115
Lampiran 8 Real Time Database	117
Lampiran 9 Pengujian Beban	121
Lampiran 10 Rekap Data <i>Google Sheets</i>	127
Lampiran 11 Koding	132

INTISARI

Permasalahan *overloading* pada kendaraan angkutan barang masih menjadi salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas dan kerusakan infrastruktur jalan di Indonesia. Berdasarkan data Korlantas Polri (2025), kecelakaan angkutan barang pada tahun 2024 mencapai 27.337 kejadian dengan sekitar 6.000 korban jiwa, di mana kendaraan *Over Dimension Overload* (ODOL) menjadi penyebab kecelakaan nomor dua. Pengawasan melalui jembatan timbang belum mampu mengawasi kendaraan secara berkelanjutan di luar titik pemeriksaan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mendeteksi kondisi beban muatan secara *real time* sebagai upaya pencegahan *overloading*. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem keamanan beban muatan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor jarak VL53L0X dan mikrokontroler ESP32. Sistem bekerja dengan mengukur perubahan jarak antara rangka bawah bak kendaraan dengan gardan sebagai indikator perubahan beban muatan. Data hasil pengukuran diolah menggunakan persamaan regresi linier $Y = 6872,963 - 229,122X$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,997$ untuk menentukan tiga kategori kondisi beban, yaitu aman (≤ 720 kg), waspada (720–900 kg), dan *overloading* (> 900 kg). Sistem dilengkapi LED RGB, LCD, *buzzer*, dan *relay*, serta fitur pemantauan data secara *real time* melalui Firebase, aplikasi MIT App Inventor, dan *Google Sheets*. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sensor sebesar 98,21%, rata-rata selisih pengukuran sistem sebesar 6,38 kg, dan tingkat *error* sebesar 1,76%. Sistem mampu beroperasi sesuai rancangan pada seluruh kategori kondisi beban serta menjalankan fungsi pemantauan dan pengamanan kendaraan secara *real time*. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dirancang mampu berkontribusi terhadap upaya pencegahan *overloading* dan meningkatkan keselamatan operasional kendaraan angkutan barang.

Kata Kunci: *Internet of Things*, *Overloading*, Beban Muatan, Sensor VL53L0X, ESP32, Sistem Keamanan Kendaraan

ABSTRACT

The problem of overloading in freight vehicles remains one of the causes of traffic accidents and road infrastructure damage in Indonesia. Based on data from the Indonesian National Police Traffic Corps (2025), freight transport accidents in 2024 reached 27,337 incidents with around 6,000 fatalities, where Over Dimension Overload (ODOL) vehicles were the second leading cause of accidents. Monitoring through weighbridges has not been able to monitor vehicles continuously beyond the inspection point. Therefore, a system is needed that can detect load conditions in real time as an effort to prevent overloading. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based load safety system using a VL53L0X proximity sensor and an ESP32 microcontroller. The system works by measuring changes in the distance between the undercarriage of the vehicle body and the axle as an indicator of changes in load. The measurement data were processed using a linear regression equation $Y = 6872.963 - 229.122X$ with a coefficient of determination $R^2 = 0.997$ to determine three categories of load conditions, namely safe (≤ 720 kg), alert (720–900 kg), and overloading (> 900 kg). The system is equipped with RGB LEDs, LCDs, buzzers, and relays, as well as real-time data monitoring features via Firebase, the MIT App Inventor application, and Google Sheets. The test results showed a sensor accuracy level of 98.21%, an average system measurement difference of 6.38 kg, and an error rate of 1.76%. The system was able to operate as designed in all load condition categories and carry out vehicle monitoring and security functions in real time. Based on the research results, the designed system was able to contribute to efforts to prevent overloading and improve the operational safety of freight vehicles.

Keywords: *Internet of Things, Overloading, Load Capacity, VL53L0X Sensor, ESP32, Vehicle Safety System*