



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN VISUAL
REAL-TIME UNTUK SPECIAL SERVICE TOOLS BERBASIS
ESP32 DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI YOLO**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
SAMSUL HUDA
41422110059

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN VISUAL
REAL-TIME UNTUK SPECIAL SERVICE TOOLS BERBASIS
ESP32 DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI YOLO**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

SAMSUL HUDA

41422110059

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Samsul Huda

NIM : 41422110059

Fakultas/Program Studi : Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ Rancang Bangun Sistem Pemantauan Visual Real-Time Untuk Special Service Tools Berbasis Esp32 Dengan Memanfaatkan Teknologi Yolo”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 4 Agustus 2026



Samsul Huda

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

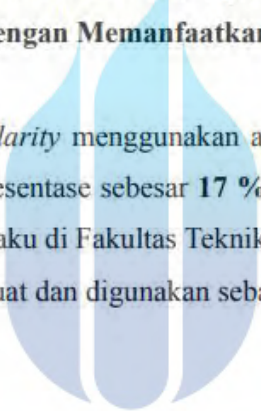
Nama : Samsul Huda
NIM : 41422110059
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Rancang Bangun Sistem Pemantauan Visual Real-Time Untuk Special Service Tools Berbasis Esp32 Dengan Memanfaatkan Teknologi Yolo**

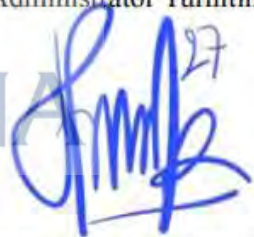
Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 12 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **17 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 12 Agustus 2026

Administrator Turnitin,


UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : SAMSUL HUDA
NIM : 41422110059
Fakultas/Program Studi : TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Visual
Real-Time Untuk Special Service Tools Berbasis
Esp32 Dengan Memanfaatkan Teknologi Yolo

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 4 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,

Disahkan oleh:

Pembimbing

Ketty Siti Salamah, ST., MT.
NUPTK: 7962769670230272

UNIVERSITAS

Jakarta, 4 Agustus 2026

Mengetahui,

MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, ST., M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, ST., M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro
4. Ketty Siti Salamah, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Keluarga, teman-teman, dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan moral maupun material selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 4 Agustus 2026

Samsul Huda

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Samsul huda
NIM : 41422110059
Fakultas/Program Studi : Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Tekn
Judul Tugas Akhir : “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Visual
Real-Time Untuk Special Service Tools Berbasis
Esp32 Dengan Memanfaatkan Teknologi Yolo”

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 4 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Samsul huda

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN VISUAL REAL-TIME UNTUK SPECIAL SERVICE TOOLS BERBASIS ESP32 DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI YOLO

Samsul Huda

ABSTRAK

Special Service Tools (SST) merupakan peralatan khusus bernilai tinggi yang berperan vital dalam prosedur servis kendaraan di bengkel otomotif. Pada praktiknya, pengelolaan peminjaman dan pengembalian SST di banyak bengkel masih dilakukan secara manual melalui pencatatan pada buku log, sehingga rentan terhadap kesalahan pencatatan, kehilangan alat, serta ketidakjelasan tanggung jawab antar teknisi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan visual *real-time* yang mampu mendeteksi serta mencatat aktivitas peminjaman dan pengembalian SST secara otomatis. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan modul kamera ESP32-CAM sebagai unit akuisisi citra pada rak penyimpanan alat, yang terhubung secara nirkabel melalui jaringan Wi-Fi ke unit pemroses pusat. Deteksi objek dilakukan menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) dengan *confidence threshold* 0,5 dan *Non-Maximum Suppression* 0,3. Logika pencatatan berbasis *state machine* diterapkan agar perubahan status alat (“TERSEDIA” atau “DIPINJAM”) tercatat secara otomatis ke dalam berkas log CSV lengkap dengan *timestamp*, serta ditampilkan pada *dashboard* web berbasis Flask yang diperbarui secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan status keberadaan alat dengan tingkat akurasi yang tinggi pada kondisi pencahayaan normal, dengan nilai *confidence* rata-rata di atas 80%. Pencatatan aktivitas berlangsung otomatis berbasis perubahan status dengan latensi keseluruhan berkisar 0,5–1,5 detik dari kejadian fisik hingga tampil pada *dashboard* web. Intensitas pencahayaan terbukti berpengaruh signifikan terhadap kinerja deteksi, di mana kondisi redup (di bawah 50 lux) menurunkan keberhasilan deteksi secara nyata. Dibandingkan metode manual, sistem ini meningkatkan efisiensi, akurasi, dan akuntabilitas pengelolaan SST serta mendukung terwujudnya konsep *smart workshop*.

Kata kunci: *Special Service Tools*, ESP32-CAM, YOLO, *Internet of Things*, Pemantauan *Real-Time*, *Web Dashboard*.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A REAL-TIME VISUAL MONITORING SYSTEM FOR SPECIAL SERVICE TOOLS BASED ON ESP32 USING YOLO TECHNOLOGY

Samsul Huda

ABSTRACT

Special Service Tools (SST) are high-value specialized equipment that play a vital role in vehicle service procedures in automotive workshops. In practice, the management of borrowing and returning SSTs in many workshops is still done manually through logbook recording, making it susceptible to recording errors, tool loss, and ambiguous responsibilities among technicians. This research aims to design and build a real-time visual monitoring system capable of automatically detecting and recording SST borrowing and returning activities. The developed system utilizes the ESP32-CAM camera module as an image acquisition unit on the tool storage rack, wirelessly connected via a Wi-Fi network to a central processing unit. Object detection is performed using the You Only Look Once (YOLO) algorithm with a confidence threshold of 0.5 and Non-Maximum Suppression of 0.3. A state machine-based recording logic is applied so that changes in tool status ("AVAILABLE" or "BORROWED") are automatically recorded into a CSV log file complete with timestamps, and displayed on a periodically updated Flask-based web dashboard. Test results indicate that the system is capable of classifying the presence status of tools with high accuracy under normal lighting conditions, with an average confidence value above 80%. Activity recording occurs automatically based on status changes with an overall latency ranging from 0.5 to 1.5 seconds from the physical event to its appearance on the web dashboard. Lighting intensity proved to have a significant effect on detection performance, where dim conditions (below 50 lux) noticeably reduced detection success. Compared to manual methods, this system improves the efficiency, accuracy, and accountability of SST management and supports the realization of the smart workshop concept.

Keywords: Special Service Tools, ESP32-CAM, YOLO, Internet of Things, Real-Time Monitoring, Web Dashboard.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Literatur	7
2.2 Internet of Things (IoT)	12
2.3 Modul Kamera ESP32-CAM	13
2.4 Teknologi YOLO (You Only Look Once).....	15
2.5 Sistem Monitoring Visual Real-Time	17
2.6 Algoritma Deteksi Objek Berbasis Deep Learning.....	18
2.7 Pengenalan Wajah (Face Recognition)	20
2.8 Sistem Pencatatan Otomatis Berbasis Database	21
2.9 Keamanan dan Integritas Data Monitoring	22
2.10 Integrasi Web/Mobile Interface dalam Sistem IoT	23
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	25

3.1 Tahap Rencana Penelitian	25
3.2 Diagram Blok Sistem	26
3.3 Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	27
3.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)	30
3.4.1 Persiapan Dataset (Pemecahan Frame, Anotasi, dan Pembagian Data).....	30
3.4.2 Arsitektur dan Implementasi Program Deteksi Objek	33
3.5 Diagram Alir Sistem (Flowchart).....	37
3.6 Perancangan Antarmuka Web (Dashboard).....	39
3.7 Rancangan Skenario Pengujian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pengujian Sistem.....	43
4.1.1 Pengujian Deteksi Objek (YOLOv8)	43
4.1.2 Pengujian Pencatatan Otomatis (SQLite)	47
4.1.3 Pengujian Sinkronisasi Dashboard Web	48
4.1.4 Pengujian Pengaruh Pencahayaan.....	49
4.1.5 Pengujian Respons Waktu (Latency)	50
4.1.6 Pengujian Perbandingan Efisiensi (Manual vs Otomatis).....	51
4.2 Analisis dan Pembahasan.....	52
4.2.1 Tingkat Akurasi YOLOv8 dalam Mendeteksi Aktivitas Peminjaman dan Pengembalian Alat	52
4.2.2 Mekanisme Pencatatan Aktivitas Peminjaman dan Pengembalian Alat Secara Otomatis	52
4.2.3 Peningkatan Efisiensi dan Akuntabilitas Sistem Dibandingkan Metode Manual.....	53
4.2.4 Pengaruh Pencahayaan terhadap Akurasi Deteksi Objek Menggunakan YOLO.....	54
4.2.5 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu	54
4.2.6 Keterbatasan Sistem	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Teknis Mikrokontroler ESP32.....	14
Tabel 2. 3 Perkembangan Versi Algoritma YOLO.....	17
Tabel 3. 1 Daftar Komponen Perangkat Keras	29
Tabel 3. 2. Kebutuhan Perangkat Lunak Sistem	34
Tabel 3. 3 Rancangan Skenario Pengujian Sistem.....	41
Tabel 4. 1 Ringkasan Hasil Evaluasi Model YOLOv8 per Kelas.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sinkronisasi Dashboard	48
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Deteksi pada Berbagai Kondisi Pencahayaan	49
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Latensi Sistem	50
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Waktu dan Akurasi Pencatatan.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32-Cam	14
Gambar 2. 2. Arsitektur Jaringan PP-YOLO	15
Gambar 2. 3. Arsitektur Metode YOLO	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	26
Gambar 3. 3 ESP32-CAM dengan Socket Holder/Programmer.....	28
Gambar 3. 4 Implementasi Rangkaian Modul ESP32-CAM sebagai Sensor Visual	30
Gambar 3. 5 Potongan Kode Program Pemecahan Frame dari Video (extract_frame.py).....	32
Gambar 3. 6 Contoh Hasil Anotasi Dataset SST pada Platform Roboflow.....	33
Gambar 3. 7 Potongan Kode Program Inisialisasi Model YOLOv8 dan Konfigurasi Deteksi pada detection.py	35
Gambar 3. 8. Sampel Wajah Referensi untuk Face Recognition.....	36
Gambar 3. 9 Diagram Alir Sistem.....	38
Gambar 3. 10 Rancangan Antarmuka Dashboard Web	40
Gambar 4. 1. Confusion Matrix Hasil Evaluasi Model YOLOv8	44
Gambar 4. 2. Kurva Precision-Recall Hasil Evaluasi Model YOLOv8.....	45
Gambar 4. 3 Tampilan Database.....	47
Gambar 4. 4 Hasil Export Database ke Excel.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 kode Program Deteksi Objek	61
Lampiran 2 Kode Program Web Server.....	73
Lampiran 3 Kode Program ESP-32 CAM.....	75
Lampiran 4 Data Pengujian Pencahayaan	77

