



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN
INSTRUMENTASI**

**SISTEM DETEKSI OKUPANSI RUANGAN
MENGUNAKAN SENSOR PIR DAN LOW
RESOLUTION THERMAL CAMERA**

Muhammad Naufal Daffawaliy
NIM 2212030

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.
Dr. Eng. I Komang Somawirita, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2026



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN
INSTRUMENTASI**

**SISTEM DETEKSI OKUPANSI RUANGAN MENGGUNAKAN SESOR
PIR DAN LOW
RESOLUTION THERMAL CAMERA**

**Muhammad Naufal Daffawaliy
NIM 2212030**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2026**

**SISTEM DETEKSI OKUPANSI RUANGAN
MENGUNAKAN SENSOR PIR
DAN LOW RESOLUTION
THERMAL CAMERA**

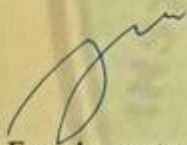
SKRIPSI

**Muhammad Naufal Daffawaliy
2212030**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Malang**

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



f. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.
NIP. Y. 1030800417

Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

**MALANG
Juli, 2026**

ABSTRAK

SISTEM DETEKSI OKUPANSI RUANGAN MENGUNAKAN SENSOR PIR DAN LOW RESOLUTION THERMAL CAMERA

Muhammad Naufal Daffawaliy, NIM : 2212030

Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.

Dosen Pembimbing II : Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Bangunan modern memerlukan sistem deteksi okupansi yang efisien untuk mendukung konsep smart building. Namun, sistem berbasis kamera konvensional memiliki biaya instalasi tinggi serta berpotensi mengganggu privasi penghuni. Penelitian ini merancang sistem deteksi okupansi berbasis dual sensor dengan menggabungkan sensor Passive Infrared (PIR) sebagai pendeteksi awal gerakan dan kamera termal AMG8833 beresolusi 8×8 piksel sebagai konfirmasi keberadaan manusia melalui parameter rata-rata suhu (average) dan standar deviasi. Penentuan arah pergerakan masuk dan keluar ruangan dilakukan menggunakan metode spatial binning, yaitu membagi citra termal menjadi empat zona vertikal dan menganalisis urutan aktivasi setiap zona secara real-time menggunakan mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan pada variasi waktu, jenis pakaian, dan jarak objek dengan pengulangan sepuluh kali untuk setiap kondisi. Hasil menunjukkan bahwa ruangan kosong memiliki rata-rata suhu $23,6\text{--}25,1^{\circ}\text{C}$ dengan standar deviasi sekitar 0,4, sedangkan ruangan berpenghuni meningkat menjadi $25,5\text{--}27,7^{\circ}\text{C}$ dengan deviasi 1,1–2,1. Sistem berhasil mengklasifikasikan arah pergerakan dengan akurasi 87,5%, sementara kegagalan hanya terjadi pada jarak 10 cm akibat distribusi panas yang tidak merata pada matriks piksel sensor AMG8833. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif, hemat daya, dan tetap menjaga privasi pengguna.

Kata Kunci: Okupansi, Dual Sensor, Sensor PIR, Thermal Camera Low Resolution, Sensor AMG8833, Spatial Binnings

ABSTRACT

ROOM OCCUPANCY DETECTION SYSTEM USING PIR SENSOR AND LOW RESOLUTION THERMAL CAMERA

Muhammad Naufal Daffawaliy, NIM : 2212030

Supervisor I : Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.

Supervisor II : Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Modern buildings require efficient occupancy detection systems to support the smart building concept. However, conventional camera-based systems entail high installation costs and pose potential risks to occupant privacy. This study designs a dual-sensor occupancy detection system that combines a Passive Infrared (PIR) sensor for initial motion detection with an AMG8833 thermal camera (8×8 pixel resolution) to confirm human presence based on average temperature and standard deviation parameters. Movement direction (entering or exiting the room) is determined using a spatial binning method, which divides the thermal image into four vertical zones and analyzes the activation sequence of each zone in real-time using an ESP32 microcontroller. Testing involved variations in time, clothing type, and object distance, with ten repetitions per condition. Results indicate that an unoccupied room exhibits an average temperature of 23.6–25.1°C with a standard deviation of approximately 0.4, whereas an occupied room shows an increase to 25.5–27.7°C with a deviation of 1.1–2.1. The system successfully classified movement direction with 87.5% accuracy; failures occurred only at a distance of 10 cm due to uneven heat distribution across the AMG8833 sensor's pixel matrix. The findings demonstrate that the system is effective, energy-efficient, and preserves user privacy.

Keywords: Occupancy, Dual Sensor, PIR Sensor, Low Resolution Thermal Camera, AMG8833, Spatial Binning

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua penulis, saudara/i, dan teman teman plenger atas cinta dan dukungan dalam bentuk moril dan matriil yang telah diberikan kepada penulis.
6. Hero MLBB Bannedetta, sebagai Hero yang sudah memberikan saya motivasi dengan kata katanya yang melekat “when the body suffers, the spirit blooms”, ”ketika tubuh menderita, jiwa mekar”.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Panjang umur perjuangan, panjang umur pengetahuan.

Malang, Januari
2026

Penulis

Daftar isi

KATA PENGANTAR	i
Daftar isi	ii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Occupancy	6
2.3. Deviasi	6
2.4. Average	6
2.5. Spatial binnings	7
2.6. Sensor PIR	7
2.7. Thermal Camera Low-Resolution (AMG8833)	8
2.8. BOX X-3	10
2.9. ESP32	11
2.10. Arduino IDE	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Rancangan Sistem	15
3.1.1 Gambar Keseluruhan Sistem	15
3.1.2 Alur Kerja Sistem	15
3.2 Perancangan Perangkat Keras	17
3.2.1 Gambaran Perancangan Alat Keras	17
3.2.2 Skematik Rangkaian	19
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	20
3.3.1 Avarage	20
3.3.2 Deviasi	20
3.3.3 Spatial binnings	21
3.4 Flowchart Keseluruhan Sistem	24
3.4.1 Flowchar Sistem	24
3.4.2 Flowchart Sensor PIR	25
3.4.3 Flowchart Sensor AMG8833	26
3.4.4 Flowchart Spatial Binnings	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Implemmtasi perancangan perangkat keras.....	29
4.1.1 Implementasi Gambaran Perangkat Keras	29
4.2 Implementasi Perancangan Perangkat Lunak	31
4.2.1 Deskirpsi Umum Program.....	31
4.2.2 Inisialisasi sistem.....	31
4.2.3 Pembacaan Data Sensor	31
4.2.4 Perhitungan Statistik(Average dan Standar Deviasi)	32
4.2.5 Pembagian Area (Spatial Bins)	34
4.2.6 Analisis Bins.....	34
4.2.7 Deteksi Arah Pergerakan(detectCrossing)	36
4.3 Pengujian Alat Spatial Binnings(Masuk).....	39
4.3.1. Pengujian alat.....	39
4.3.2. Pengujian Alat berdasarkan Waktu pagi, siang, malam ..	39
4.3.3. Pengujian Alat berdasarkan Pakaian yang digunakan	
tebal/tipis	46
4.3.4. Pengujian Alat berdasarkan jarak dari sensor	48
4.4 Pengujian Alat Spatial Binnings(keluar).....	51
4.4.1. Pengujia n Alat.....	51
4.4.2. Pengujian Alat Berdasarkan waktu pagi, siang, malam ..	52
4.4.3. Pengujian Alat Berdasarkan Pakaian yang digunakan	
Tebal/Tipis	57
4.4.4. Pengujian Alat Berdasarkan Jarak dari Sensor	60
4.5 Keberhasilan Sistem Secara Keseluruhan.....	63
4.6 Perbandingan sensor PIR dan AMG8833	66
BAB V KESIMPULAN.....	68
5.1. Kesimpulan.....	68
5.2. Saran	69
Daftar Pustaka.....	70

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Sensor PIR.....	7
Gambar 2. 2 AMG8833.....	8
Gambar 2. 3 Pixel array & viewing field	9
Gambar 2. 4 Box X-3.....	10
Gambar 2. 5 ESP32.....	11
Gambar 2. 6 Tampilan Arduino IDE	13
Gambar 3. 1 Blok diagram keseluruhan sistem.....	15
Gambar 3. 2 Blok diagram alur kerja sistem.....	15
Gambar 3. 3 2D.....	17
Gambar 3. 4 3D.....	18
Gambar 3. 5 Penempatan Alat.....	18
Gambar 3. 6 Sistem Keseluruhan	19
Gambar 3. 7 skematik rangkaian	19
Gambar 3. 8 Pembagian frame menjadi beberapa bagian.	22
Gambar 3. 9 Contoh deret waktu bin ketika suatu subjek bergerak dari kiri ke kanan	23
Gambar 3. 10 Flowchart Sistem	24
Gambar 3. 11 Flowchart Sensor PIR	25
Gambar 3. 12 Flowchart Sensor AMG8833.....	26
Gambar 3. 13 Flowchart Spatial Binnings	27

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Detail PIR Sensor	8
Tabel 2. 2 Detail AMG8833 Infrared Thermal Sensor	9
Tabel 2. 3 Parameter Occupancy	10
Tabel 2. 4 Ukuran Box X-3	11
Tabel 2. 5 Detail Pin ESP32	12
Tabel 4. 1 Spesifikasi Implementasi Alat.....	30
Tabel 4. 2 Area Vertikal.....	34
Tabel 4. 3 Pengujian Alat(Masuk).....	39
Tabel 4. 4 Pengujian Alat berdasarkan Waktu pagi, siang, sore(Masuk)	40
Tabel 4. 5 Sample 10x tidak ada objek pada Waktu Pagi, Siang, Malam(Masuk)	40
Tabel 4. 6 Sample 10x waktu pagi ada objek(Masuk).....	41
Tabel 4. 7 Perbandingan Kondisi pada Waktu Pagi(Masuk)	41
Tabel 4. 8 Sample 10x waktu Siang ada objek(Masuk).....	42
Tabel 4. 9 Perbandingan Kondisi pada Waktu Siang(Masuk)	43
Tabel 4. 10 Sample 10x waktu Sore ada objek(Masuk)	43
Tabel 4. 11 Perbandingan Kondisi Waktu Sore(Masuk)	44
Tabel 4. 12 Sample 10x Pakaian Tebal(Masuk).....	46
Tabel 4. 13 Sample 10x Pakaian Tipis(Masuk).....	46
Tabel 4. 14 Kondisi Terhadap Pakaian(Masuk)	47
Tabel 4. 15 Sample 10x Dekat(Masuk)	48
Tabel 4. 16 Sample 10x Sedang(Masuk)	48
Tabel 4. 17 Sample 10x Jauh(Masuk).....	49
Tabel 4. 18 Kondisi Setiap Jarak(Masuk)	49
Tabel 4. 19 Pengujian Alat(keluar).....	51
Tabel 4. 20 Pengujian Alat berdasarkan Waktu pagi, siang, sore(Keluar)	52
Tabel 4. 21 Sample 10x tidak ada objek pada waktu pagi, siang,sore(Keluar).....	52
Tabel 4. 22 Sample 10x waktu pagi ada objek(Keluar).....	53
Tabel 4. 23 Perbandingan Kondisi pada Waktu Pagi(Keluar)	53
Tabel 4. 24 Sample 10x waktu Siang ada objek(Masuk).....	54
Tabel 4. 25 Perbandingan Kondisi pada Waktu Siang(Keluar)	54
Tabel 4. 26 Sample 10x waktu sore ada objek(Keluar)	55
Tabel 4. 27 Perbandingan Kondisi waktu Sore(Keluar)	55
Tabel 4. 28 Sample 10x Pakaian Tebal(Keluar).....	57
Tabel 4. 29 Sample 10x Pakaian Tipis(Keluar).....	57

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Daffawaliy
NIM : 2212030
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro/ Elektronika Kendali dan Instrumentasi
ID KTP / Paspor : 5271012201040003
Alamat : Jl. Gili Air I Blok A3 Gatep Indah
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Okupansi Ruang
Menggunakan Sensor PIR Dan Low-Resolution Thermal Camera

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 13 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Naufal Daffawaliy

NIM. 2212030