RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING AKTIVITAS LANSIA BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR PIR DENGAN NOTIFIKASI *REAL-TIME* VIA APLIKASI FIREBASE

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

RISMAR IANSYAH

NIM D1021191041



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING AKTIVITAS LANSIA BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR PIR DENGAN NOTIFIKASI *REAL-TIME* VIA APLIKASI FIREBASE

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh:

RISMAR IANSYAH

NIM D1021191041

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Lansia Berbasis ESP32-CAM dan Sensor PIR dengan Notifikasi Real-Time via Aplikasi Firebase"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Rismar Iansyah

NIM : D1021191041

Jurusan : Teknik

Prodi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Telekomunikasi

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 23 Juli 2026

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T.	Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM
NIP. 197101031997021002	NIP. 196909191995122001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rismar Iansyah

NIM : D1021191041

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI ini yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Lansia Berbasis ESP32-CAM dan Sensor PIR dengan Notifikasi *Real-Time* via Aplikasi Firebase" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 23 Juli 2026



Rismar Iansyah
NIM D1021191041

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website:http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING AKTIVITAS LANSIA BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR PIR DENGAN NOTIFIKASI *REAL-TIME* VIA APLIKASI FIREBASE

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Rismar Iansyah
NIM D1021191041

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 23 Juli 2026
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T. NIP. 197101031997021002
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., M.T., IPM NIP. 196909191995122001
Dosen Penguji Utama	: Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM NIP. 197307211997021001
Dosen Penguji Kedua	: Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T. NIP. 199410072020121003

Pontianak, 23 Juli 2026

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T.
NIP. 197101031997021002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'ālamīn, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Aktivitas Lansia Berbasis ESP32-CAM dan Sensor PIR dengan Notifikasi *Real-Time* via Aplikasi Firebase".

Skripsi ini diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan motivasi berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
2. Bapak Prof. Dr. Ing. Seno Darmawan Panjaitan, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
3. Bapak Jannus Marpaung, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Utama dan Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
4. Bapak Dr Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama
5. Ibu Ir. Neilcy Tjahjamooniarsih, S.T., MT., IPM. selaku Pembimbing Pendamping dan Kepala Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
6. Bapak Leonardus Sandy Ade Putra, S.T., M.T selaku Dosen Penguji Pendamping
7. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
8. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak khususnya Bidang Studi Teknik Elektro atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan selama ini.
9. Orang tua, Ibu Ruslinda Niwati serta seluruh keluarga penulis yang telah sabar mendidik, mendoakan, dan memberi dukungan tiada henti kepada penulis.
10. Teman-Teman di Fakultas Teknik Angkatan 2019 “PETIR” khususnya teman-

teman di Program Studi Teknik Elektro atas kebersamaannya selama ini. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, yang telah memberikan bantuan dan tulus ikhlas memberikan doa serta motivasi selama penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa pada penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, walaupun demikian penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan berguna bagi penulis khususnya dan juga bagi para pembaca pada umumnya.

Pontianak, 23 juli 2026



Rismar Iansyah

D1021191041

ABSTRAK

Risiko jatuh pada lansia memerlukan sistem pemantauan yang dapat memberikan informasi secara cepat kepada keluarga. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan aktivitas lansia berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32-CAM, sensor PIR HC-SR501, sensor *Active Photoelectric Single Infrared Beam*, dan Firebase Realtime Database. Sistem menggunakan logika AND, yaitu kamera aktif ketika sensor PIR mendeteksi manusia dan sinar inframerah terputus lebih dari 5 detik sebagai indikasi kondisi tidak normal. Pengujian dilakukan terhadap jarak dan sudut deteksi sensor, waktu respons pengiriman data, serta kualitas komunikasi berdasarkan RSSI, SNR, *Packet Delivery Ratio*, dan *packet loss*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan pada jarak 1–4 meter dengan keberhasilan 100%. Sensor *infrared beam* bekerja efektif hingga jarak 4 meter, tetapi gagal pada jarak 5 meter. Pengiriman gambar dan notifikasi berhasil pada seluruh 10 percobaan dengan rata-rata waktu respons 3,72 detik. Pengujian pada kamar tidur, dapur, dan kamar mandi menghasilkan PDR 100% dan *packet loss* 0%. Dengan demikian, sistem mampu mendeteksi kondisi pemicu serta mengirimkan gambar dan notifikasi ke Firebase secara *real-time* pada lingkungan dalam ruangan.

Kata kunci: ESP32-CAM, pemantauan lansia, sensor PIR, *infrared beam*, Firebase, IoT.

ABSTRACT

The risk of falls among older adults requires a monitoring system that can quickly provide information to family members or caregivers. This study aims to design an Internet of Things-based elderly activity monitoring system using an ESP32-CAM, an HC-SR501 PIR sensor, an Active Photoelectric Single Infrared Beam sensor, and Firebase Realtime Database. The system applies AND logic, in which the camera is activated when the PIR sensor detects human presence and the infrared beam is interrupted for more than five seconds as an indication of an abnormal condition.The tests evaluated sensor detection range and angle, data transmission response time, and communication quality based on RSSI, SNR, Packet Delivery Ratio, and packet loss. The results show that the PIR sensor detected movement at distances of 1–4 metres with a 100% success rate. The infrared beam sensor operated effectively up to 4 metres but failed at 5 metres. Image and notification transmission was successful in all 10 trials, with an average response time of 3.72 seconds. Tests in the bedroom, kitchen, and bathroom achieved a PDR of 100% and a packet loss of 0%. Therefore, the system can detect predefined conditions and transmit images and notifications to Firebase in *real time* in indoor environments.

Keywords: ESP32-CAM, elderly monitoring, PIR sensor, infrared beam, Firebase, IoT.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR HALAMAN v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Pembatasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Sistem Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 ESP32-CAM 6
2.3 Sensor PIR 8
2.4 Sensor Single Infrared Beam 9
2.5 *Internet Of Things* 10
2.6 Arduino IDE 11
2.7 Firebase 12
2.8 Received Signal Strength Indicator (RSSI) 13
2.9 Signal to Noise Ratio (SNR) 15
2.10 Packet Delivery Ratio (PDR) 17
2.11 Packet Loss 19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 21
3.2 Diagram Alir Penelitian 21
3.3 Diagram Blok Sistem 24
3.4 Perancangan Prosedur Kerja Sistem 25
3.5 Alat dan Bahan Penelitian 27
3.5.1 Bahan-bahan Penelitian 27
3.5.2 Perangkat Lunak yang digunakan 28
3.5.3 Alat-alat Penelitian 29
3.6 Perancangan Perangkat Keras 29
3.6.1 Koneksi Pin Unit Perangkat Keras 31
3.6.2 Prosedur Kerja Perangkat Keras 33
3.7 Perancangan Perangkat Lunak 35
3.8 Kalibrasi Sistem 36

3.8.1 Kalibrasi Sensor PIR 36
3.8.2 Kalibrasi Sensor IR 36
3.9 Skenario Pengujian Sistem 37
3.9.1 Pengujian Sensor PIR 39
3.9.2 Pengujian Sensor IR 42
3.9.3 Pengujian Notifikasi Status Sistem 46
3.10 Variabel dan Data Penelitian 49
3.10.1 Data Penelitian 49
3.10.2 Variabel Penelitian 51
3.11 Analisa Hasil 53
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 54
4.1 Hasil Pengujian Kalibrasi 54
4.1.1 Pengujian Kalibrasi Sensor PIR 54
4.1.2 Pengujian Kalibrasi Sensor IR 58
4.1.3 Pengujian Notifikasi Status Sistem 60
4.2 Skema Lokasi dan Titik Pengujian Sistem Monitoring 61
4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem 62
4.3.1 Pengujian Lokasi Dapur 64
4.3.2 Pengujian Lokasi Kamar Mandi 65
4.3.3 Pengujian Lokasi Kamar Tidur 67
4.4 Analisis Perbandingan Kinerja Sistem 69
4.4.1 Perbandingan Nilai Rata-rata RSSI, SNR, dan PDR 69
4.4.2 Hasil Pengujian Komunikasi IoT Menggunakan Firebase 71
4.4.3 Pembahasan Akhir Kinerja Sistem 73
BAB V PENUTUP 75
5.1 Kesimpulan 75
5.2 Saran 76
REFERENSI 77
Lampiran A RANGKAIAN ALAT 80
Lampiran B GRAFIK PENGUJIAN SISTEM 81
Lampiran C DOKUMENTASI PENGUJIAN 82
Lampiran D KODINGAN PEMOGRAMAN 89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Esp32-Cam pin diagram 7
Gambar 2. 2 Sensor HC-SR501 8
Gambar 2. 3 Sensor Single Infrared Beam 9
Gambar 2. 4 User Interface Arduino IDE 11
Gambar 2. 5 User Interface Firebase 13
Gambar 3. 1 Peta lokasi Universitas Tanjungpura.....21
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian 23
Gambar 3. 3 Diagram blok sistem 24
Gambar 3. 4 Flowchart Prosedur Kerja Sistem 27
Gambar 3. 5 Perancangan Perangkat Keras Sistem..... 30
Gambar 4. 1 Pengujian Sensor PIR 55
Gambar 4. 2 Tangkapan layar pergerakan objek pada di depan sensor PIR57
Gambar 4. 3 Codingan Kalibrasi Sensor PIR 57
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor single infrared beam..... 58
Gambar 4. 5 Codingan Kalibrasi Sensor IR 59
Gambar 4. 6 Tangkapan layar pergerakan objek didepan sensor IR..... 60
Gambar 4. 7 gambar lokasi pengambilan data di Lab. Telekomunikasi .. 62
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Komunikasi IoT Menggunakan Firebase . 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian 5
Tabel 2. 2 Parameter spesifikasi Esp32Cam 7
Tabel 2. 3 Parameter spesifikasi HC-SR501 8
Tabel 2. 4 Parameter spesifikasi Single Infrared Beam 10
Tabel 2. 5 Kategori Kualitas Sinyal Berdasarkan Nilai SNR 16
Tabel 3. 1 Tabel perangkat keras 27
Tabel 3. 2 Tabel perangkat lunak 28
Tabel 3. 3 Spesifikasi Laptop Yang Digunakan 29
Tabel 3. 4 Tabel pin yang terhubung dengan ESP32-Cam 31
Tabel 3. 5 Pinout Sensor PIR HC-SR501 – ESP32-CAM 32
Tabel 3. 6 Pinout Receiver Single Infrared Beam – ESP32-CAM 32
Tabel 3. 7 Pinout Transmitter Single Infrared Beam – LM2596 32
Tabel 3. 8 Pinout Modul LM2596 – ESP32-CAM dan Sensor 32
Tabel 3. 9 Pinout Kapasitor 1000 µF – Jalur Catu Daya 33
Tabel 3. 10 Pinout Resistor 10k Ohm – Pull-down pada GPIO12 33
Tabel 3. 11 Tabel Data Penelitian 50
Tabel 3. 12 Variabel penelitian 52
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor PIR 55
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor single infrared beam 59
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pengiriman Data Setelah Pemicu Terpenuhi . 60
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sistem pada Lokasi Dapur 64
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sistem pada Lokasi Kamar Mandi 66
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sistem pada Lokasi Kamar Tidur 67
Tabel 4. 7 Perbandingan Rata-rata Nilai RSSI, SNR, dan PDR 69

DAFTAR ISTILAH

Internet of Things (IoT)	Konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke jaringan internet sehingga mampu mengumpulkan, mengirim, dan bertukar data secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung.
ESP32-CAM	Modul mikrokontroler berbasis ESP32 yang dilengkapi kamera OV2640, koneksi Wi-Fi, dan Bluetooth, digunakan sebagai pusat pengendali sistem sekaligus pengambil gambar.
Sensor PIR (Passive Infrared)	Sensor yang mendeteksi perubahan radiasi inframerah dari tubuh manusia untuk mengetahui adanya pergerakan pada area pemantauan.
Sensor Active Photoelectric Single Infrared Beam (IR Beam)	Sensor yang terdiri dari transmitter dan receiver untuk mendeteksi terputusnya sinar inframerah akibat adanya objek atau manusia yang melintas.
Firebase	Platform layanan berbasis cloud milik Google yang digunakan sebagai media penyimpanan data, sinkronisasi data secara real-time, dan pengiriman informasi dari perangkat IoT ke aplikasi.
Firebase Realtime Database	Basis data NoSQL berbasis cloud yang menyimpan data dalam format JSON dan melakukan sinkronisasi data secara langsung (real-time) ke seluruh perangkat yang terhubung.
Firebase Authentication	Layanan keamanan pada Firebase yang digunakan untuk mengelola proses autentikasi dan hak akses pengguna terhadap sistem.
Arduino IDE (Integrated Development Environment)	Perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32-CAM.

Wi-Fi	Teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan ESP32-CAM untuk menghubungkan sistem dengan internet dan mengirimkan data ke Firebase.
OV2640	Modul kamera beresolusi 2 megapiksel yang terpasang pada ESP32-CAM untuk mengambil gambar ketika kondisi deteksi terpenuhi.
RSSI (Received Signal Strength Indicator)	Parameter yang menunjukkan tingkat kekuatan sinyal Wi-Fi yang diterima oleh ESP32-CAM, dinyatakan dalam satuan dBm.
SNR (Signal to Noise Ratio)	Parameter yang menyatakan perbandingan antara kekuatan sinyal dengan tingkat gangguan (noise) pada komunikasi nirkabel dalam satuan desibel (dB).
PDR (Packet Delivery Ratio)	Parameter yang menunjukkan persentase paket data yang berhasil diterima dibandingkan dengan jumlah paket yang dikirim selama proses komunikasi.
Packet Loss	Persentase paket data yang gagal diterima oleh perangkat tujuan selama proses transmisi data melalui jaringan.
Real-Time	Proses pengiriman dan penerimaan data yang berlangsung secara langsung dengan jeda waktu yang sangat singkat.
GPIO (General Purpose Input/Output)	Pin pada mikrokontroler yang dapat difungsikan sebagai masukan (input) maupun keluaran (output) untuk menghubungkan sensor atau perangkat lain.
LM2596	Modul DC-DC Step Down Converter yang digunakan untuk menurunkan tegangan 12 Volt menjadi 5 Volt agar sesuai dengan kebutuhan ESP32-CAM.
LED Flash	Lampu LED bawaan pada ESP32-CAM yang digunakan sebagai pencahayaan ketika proses pengambilan gambar berlangsung.

Base64	Metode pengkodean data biner menjadi teks ASCII yang digunakan untuk mengirimkan data gambar melalui jaringan.
Timestamp	Informasi penanda waktu yang menunjukkan tanggal dan jam saat data atau gambar dikirim ke Firebase.
Logika AND	Logika digital yang menghasilkan kondisi aktif hanya apabila seluruh kondisi masukan bernilai benar (HIGH). Pada penelitian ini, kamera aktif ketika sensor PIR mendeteksi manusia dan sensor IR Beam mendeteksi pemutusan sinar sesuai kondisi yang ditentukan.
Monitoring	Proses pemantauan kondisi atau aktivitas secara terus-menerus menggunakan perangkat elektronik untuk memperoleh informasi secara real-time.
Notifikasi	Pesan atau pemberitahuan yang dikirimkan kepada pengguna ketika sistem mendeteksi kondisi tertentu sesuai dengan logika yang telah diprogram.
Mikrokontroler	Perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dan pengendali seluruh komponen dalam sistem monitoring.

.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Risiko jatuh merupakan ancaman utama bagi lansia dengan penyakit kronis atau kebutuhan khusus. Prevalensi cedera jatuh di Indonesia mencapai 49,4% (usia >55 tahun) dan 67,1% (usia >65 tahun), dengan 63,7% kejadian terjadi di dalam rumah. Faktor lingkungan seperti lantai licin, rak tinggi, kloset jongkok, dan tidak adanya pegangan tangan memperparah risiko, terutama pada lansia dengan gangguan mobilitas akibat stroke, diabetes, atau gangguan sendi. Pengawasan intensif secara terus-menerus sulit dilakukan karena keterbatasan waktu keluarga yang bekerja, padahal keterlambatan penanganan pasca-jatuh dapat meningkatkan risiko komplikasi serius.[1]

Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Internet of Things (IoT)*. Dengan *IoT*, perangkat elektronik dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi rumah atau penghuninya dari mana saja dan kapan saja. Beberapa penelitian terbaru telah mengembangkan sistem serupa, seperti penelitian di Universitas Pendidikan Ganesha yang mengembangkan prototipe pengawasan lansia berbasis *IoT* dengan *NodeMCU*, Blynk, dan otomatisasi AI.[2]

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem monitoring aktivitas lansia dengan menggabungkan Sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, ESP32-CAM untuk mengambil gambar saat terjadi gerakan mencurigakan (seperti potensi jatuh), dan Firebase sebagai antarmuka pengguna untuk menerima notifikasi dan melihat gambar secara *real-time*. Firebase dipilih karena menyediakan antarmuka yang *user-friendly* dan mendukung notifikasi *push* langsung. Dengan sistem ini, diharapkan keluarga dapat lebih tenang meninggalkan anggota lansianya di rumah karena kondisi mereka tetap dapat dipantau. Penggunaan gambar dalam sistem ini bertujuan untuk verifikasi visual karena sensor PIR/IR Beam hanya memberi sinyal biner, konfirmasi posisi lansia pasca-jatuh guna menentukan urgensi pertolongan, dan dokumentasi historis aktivitas. Sebagai perlindungan privasi, sistem hanya

mengirim gambar saat gerakan cepat terdeteksi (bukan streaming terus-menerus), serta menerapkan enkripsi dan pembatasan akses melalui Firebase Authentication.[3]

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring aktivitas lansia berbasis *ESP32-CAM*, sensor *PIR*, dan sensor *Infrared Beam* agar kamera hanya teraktivasi ketika terjadi indikasi jatuh dan notifikasi *real-time* dapat terkirim melalui *Firebase*?.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap terfokus dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka diberikan beberapa batasan masalah. Penelitian ini dibatasi pada

1. Sistem dirancang untuk memonitor pergerakan di dalam ruangan (indoor).
2. Sensor yang digunakan adalah sensor PIR HC-SR501 dan sensor Active Photoelectric Single Infrared Beam.
3. Modul kamera dan mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32-CAM.
4. Platform IoT yang digunakan adalah Firebase Realtime Database.
5. Sistem hanya mengaktifkan kamera ketika kedua kondisi terpenuhi secara bersamaan (logika AND), yaitu sensor PIR mendeteksi manusia dan sensor IR Beam mengalami pemutusan sinar selama lebih dari 5 detik.
6. Pengujian sistem dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi pada tiga lokasi yang merepresentasikan area rumah, yaitu dapur, kamar mandi, dan kamar tidur.
7. Parameter kualitas komunikasi yang dianalisis dibatasi pada RSSI, SNR (dihitung dari selisih RSSI dengan Noise Floor), PDR, dan Packet Loss.
8. Data yang dikirim ke Firebase Realtime Database dibatasi pada foto dalam format Base64, timestamp, status sensor PIR, status sensor IR Beam, nilai RSSI, dan nilai SNR.

9. Pengujian sensor PIR dibatasi pada jarak 1–4 meter dan sudut 30°–150° terhadap sumbu sensor, sedangkan pengujian sensor IR Beam dibatasi pada jarak 1–4 meter.
10. Penelitian tidak membahas aspek enkripsi data dan manajemen hak akses pengguna secara mendalam.
11. Penelitian tidak menyediakan aplikasi mobile atau web khusus sebagai antarmuka pengguna; pemantauan dilakukan melalui antarmuka Firebase Realtime Database secara langsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem monitoring aktivitas lansia berbasis ESP32-CAM, sensor PIR HC-SR501, dan sensor Active Photoelectric Single Infrared Beam yang terintegrasi dengan Firebase Realtime Database agar kamera dapat teraktivasi ketika sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia dan sensor Infrared Beam mengalami pemutusan sinar selama lebih dari 5 detik (logika AND), serta mengirimkan foto dan notifikasi secara *real-time* sebagai informasi bagi keluarga.

1.5 Sistem Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab yang terdiri dari:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat kajian teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian dan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, meliputi tahapan penelitian, perancangan sistem monitoring aktivitas lansia, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, kalibrasi sensor PIR dan sensor Active Photoelectric Single Infrared

Beam, skenario pengujian sistem, variabel penelitian, serta metode pengumpulan dan analisis data untuk mengevaluasi kinerja sistem

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan hasil dan data yang diperoleh setelah melaksanakan penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem selanjutnya.