IMPLEMENTASI BLOB ANALYSIS TERHADAP CITRA THERMAL PADA EDGE COMPUTING DI DALAM SISTEM DETEKSI SUHU TUBUH MANUSIA

AFIF LUTHFI FADILLAH
H1051191039

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

IMPLEMENTASI BLOB ANALYSIS TERHADAP CITRA THERMAL PADA EDGE COMPUTING DI DALAM SISTEM DETEKSI SUHU TUBUH MANUSIA

AFIF LUTHFI FADILLAH
H1051191039

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Implementasi *Analysis Blob* terhadap Citra Thermal pada *Edge Computing* di dalam Sistem Deteksi Suhu Tubuh Manusia
Nama Mahasiswa	: Afif Luthfi Fadillah
NIM	: H1051191039
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 30 Juli 2026
SK Pembimbing	: No. 1013/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 10 Maret 2026
SK Penguji	: No. 5120/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 31 Juni 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Hafiz Muhardi , S.T., M.Kom.	Dwi Marisa Midyanti , S.T., M.Cs
NIP. 199007232023211017	NIP. 198003192015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hirzen Hasfani , S.Kom., M.Cs.	Uray Ristian , S.Kom., M.Kom.
NIP. 199305032022031003	NIP. 199012012019031017

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Hafiz Muhardi , S.T., M.Kom.	Dwi Marisa Midyanti , S.T., M.Cs
NIP. 199007232023211017	NIP. 198003192015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 1971080220000310

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Afif Luthfi Fadillah
NIM	: H1051191039
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak,



Afif Luthfi Fadillah
NIM. H1051191039

IMPLEMENTASI BLOB ANALYSIS TERHADAP CITRA THERMAL PADA EDGE COMPUTING DI DALAM SISTEM DETEKSI SUHU TUBUH MANUSIA

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* mendorong kebutuhan sistem deteksi manusia yang efisien dan menjaga privasi. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *Blob Analysis* pada citra termal dari sensor AMG8833, diproses secara lokal melalui *Edge Computing* pada ESP32, untuk mendeteksi pola tubuh manusia tanpa bergantung pada *cloud* berlatensi tinggi. Klasifikasi manusia didasarkan pada rentang suhu permukaan tubuh dan luas blob minimum 4 piksel, ditentukan melalui kajian teori dan kalibrasi empiris. Pengujian dilakukan dalam tiga tahap: deteksi pada skenario nyata, efisiensi pemrosesan *Edge Computing*, serta *delay* dan *packet loss* menggunakan Wireshark. Hasil menunjukkan sistem mendeteksi 10 momen kehadiran manusia selama sesi 48 menit tanpa kesalahan klasifikasi pada 839 paket kondisi kosong, dengan warna *heatmap* sesuai skema pemetaan warna. Rata-rata waktu pemrosesan lokal di bawah 110 milidetik, dengan *payload* konsisten 383 *byte* per paket. Pengujian jaringan pada 1.671 paket TCP menunjukkan *packet loss* 2,81% dan *delay* median 25,7 milidetik, meski ditemukan anomali *delay* tinggi pada 10,7% transaksi akibat notifikasi Telegram yang bersifat *blocking*. Penelitian ini membuktikan *Blob Analysis* pada *Edge Computing* mampu mendeteksi pola tubuh manusia secara *real-time* tanpa ketergantungan *cloud*, dengan rekomendasi perbaikan notifikasi untuk pengembangan selanjutnya.

Kata Kunci: *Blob Analysis*, *Edge Computing*, Sensor Thermal AMG8833, ESP32, Deteksi Manusia

IMPLEMENTATION OF BLOB ANALYSIS ON THERMAL IMAGES ON EDGE COMPUTING IN HUMAN BODY TEMPERATURE DETECTION SYSTEM

ABSTRACT

Advancements in Internet of Things (IoT) technology drive the need for human detection systems that are both efficient and privacy-preserving. This study implements a Blob Analysis algorithm on thermal images from an AMG8833 sensor, processed locally via Edge Computing on an ESP32, to detect human body patterns without relying on high-latency cloud services. Human classification is based on body surface temperature ranges and a minimum blob area of 4 pixels—parameters established through theoretical analysis and empirical calibration. Testing was conducted in three stages: detection in real-world scenarios, Edge Computing processing efficiency, and network performance (delay and packet loss) using Wireshark. Results show the system detected 10 instances of human presence during a 48-minute session with no classification errors across 839 "empty-state" packets, while heatmap colors aligned with the designated color-mapping scheme. Average local processing time remained under 110 milliseconds, with a consistent payload of 383 bytes per packet. Network testing involving 1,671 TCP packets revealed a packet loss rate of 2.81% and a median delay of 25.7 milliseconds, although high-delay anomalies were observed in 10.7% of transactions due to blocking Telegram notifications. This research demonstrates that Blob Analysis using Edge Computing can detect human body patterns in real-time without cloud dependency, while also identifying a need to refine notification handling in future developments.

Keywords: *Blob Analysis, Edge Computing, AMG8833 Thermal Sensor, ESP32, Human Detection*

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan segala berkat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Implementasi Analysis Blob terhadap Citra Thermal pada Edge Computing di dalam Sistem Deteksi Suhu Tubuh Manusia", sebagai syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer.
3. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., sebagai Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak waktu dalam bimbingan, motivasi, saran dan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan, semangat dan pengingat dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Penguji Pertama yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisa skripsi.
6. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan, dan saran dalam penulisa skripsi.
7. Bapak Suhardi, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dalam masalah perkuliahan.
8. Bapak dan Ibu dosen serta staff Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeristas Tanjungpura.
9. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan, semangat, serta bantuan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi.

10. Sahabat-sahabat yang telah memberikan semangat, motivasi, dan menemani penulis saat suka maupun duka.
11. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Jurusan/Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Angkatan 2019 (E-nter) yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
12. Semua pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya ilmu komputer.

Pontianak,

Afif Luthfi Fadillah
NIM. H1051191039

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Blob Analysis 8
2.3 Sensor Thermal AMG8833 10
2.4 Edge Computing 10
2.5 NodeMCU ESP32 11
2.6 Microsoft Visual Studio 12
2.7 Arduino IDE 12
2.8 Chatbot Telegram 12
2.9 Wireshark 12
2.10 Delay 13
2.11 Packet Loss 14
2.12 Rentang Suhu Tubuh Manusia pada Citra Termal 14
2.13 Pemetaan Warna (*Color Mapping*) 15

BAB 3 METODE PENELITIAN 16
3.1 Studi Literatur 17
3.2 Pengumpulan Data 17
3.3 Analisis Kebutuhan 17
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 17
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 18
3.4 Perancangan Sistem 18
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras 18
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak 18
3.5 Implementasi 19
3.5.1 Implementasi Perangkat Keras 19
3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak 19
3.6 Pengujian Sistem 19
3.7 Kesimpulan dan Saran 20
BAB 4 PERANCANGAN SISTEM 21
4.1 Deskripsi Penelitian 21
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 21
4.3 Perancangan Perangkat Keras 23
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 24
4.4.1 Perancangan Algoritma Utama pada ESP32 24
4.4.2 Perancangan Logika *Blob Analysis* 26
4.4.3 Perancangan HTTP Client & Integrasi Telegram API 27
4.5 Perancangan Antarmuka Monitoring & Database Server 29
4.5.1 Tampilan Antarmuka Monitoring 29
4.5.2 Perancangan Struktur Tabel Database 30
4.6 Perancangan Pengujian Sistem 30
BAB 5 IMPLEMENTASI PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 32
5.1 Implementasi Sistem 32
5.2 Implementasi Perangkat Keras 32
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 32
5.3.1 Implementasi Antarmuka 33
5.3.2 Kode Program 33

5.4 Pengujian Sistem 40
5.4.1 Pengujian Akurasi Deteksi Manusia 40
5.4.2 Pengujian Pemrosesan *Edge Computing* 41
5.4.3 Pengujian *Delay* dan *Packet Loss* 44
5.5 Pembahasan 47
5.5.1 Analisis Akurasi Deteksi Manusia 47
5.5.2 Analisis Pemrosesan *Edge Computing* 48
5.5.3 Analisis *Delay* dan *Packet Loss* 48
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 50
6.1 Kesimpulan 50
6.2 Saran 50
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2 Tabel Standar TIPHON untuk Delay 13
Tabel 2.3 Tabel Standar TIPHON untuk Packet Loss 14
Tabel 4.1 Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dan Sensor AMG8833.....24
Tabel 4.2 Referensi Korelasi Warna dan Suhu pada Citra Heatmap 29
Tabel 4.3 Perancangan Database.....30
Tabel 4.4 Perancangan Pengujian Sistem 31
Tabel 5.1 Data Pengujian Akurasi DeteksI.....40
Tabel 5.2 Pengujian Pemrosesan Edge Computing Kondisi Tidak Terdeteksi 42
Tabel 5.3 Pengujian Pemrosesan Edge Computing Kondisi Manusia Terdeteksi 43
Tabel 5.4 Rekapitulasi Perbandingan Waktu Proses dan Ukuran Payload 44
Tabel 5.5 Ringkasan Statistik Pengujian Delay dan Packet Loss 45
Tabel 5.6 Data Delay 30 Sampel Transaksi HTTP Request-Response 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor AMG8833 10
Gambar 2.2 NodeMCU ESP32 11
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian 16
Gambar 4. 1 Rancangan Arsitektur Sistem 22
Gambar 4. 2 Perancangan Koneksi Pin NodeMCU ESP32 dan Sensor AMG8833 24
Gambar 4. 3 Diagram Alur ESP32 25
Gambar 4. 4 Diagram Alur Blob Analysis 26
Gambar 4. 5 Mockup Antarmuka Notifikasi Telegram Bot 28
Gambar 4. 6 Skema Pemetaan Warna terhadap Rentang Suhu 20°C–45°C 29
Gambar 5. 1 Implementasi Perangkat Keras 32
Gambar 5. 2 Tampilan Notifikasi Deteksi pada Telegram Bot 33
Gambar 5. 3 Capture File Properties Wireshark 45

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Inisialisasi Sensor AMG8833, Koneksi Wi-Fi, dan Sinkronisasi Waktu NTP pada ESP32 34
Kode Program 5. 2 Akuisisi Data Sensor AMG8833 dan Penyusunan Payload CSV 35
Kode Program 5. 3 Cuplikan Pengiriman Data ESP32 ke Edge Server 35
Kode Program 5. 4 Penanganan Kode Respons HTTP dari Edge Server 35
Kode Program 5. 5 Inisialisasi Aplikasi Flask dan Model Tabel LogDeteksi 36
Kode Program 5. 6 Konstanta Ambang Batas Klasifikasi Blob Analysis 37
Kode Program 5. 7 Cuplikan Logika Klasifikasi Blob Analysis 37
Kode Program 5. 8 Pencatatan Waktu Pemrosesan Lokal (waktu_proses_ms).....38
Kode Program 5. 9 Interpolasi Bicubic dan Pengiriman Citra Heatmap ke Telegram 38
Kode Program 5. 10 Urutan Penyimpanan Basis Data sebelum Pengiriman Notifikasi Telegram 39
Kode Program 5. 11 Cuplikan Endpoint /telegram-webhook untuk Ekspor Riwayat Deteksi.....39

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Edge Computing* telah mendorong inovasi pada sistem cerdas, terutama di bidang pemantauan lingkungan dan kesehatan. Salah satu penerapannya adalah sistem deteksi pola tubuh manusia berbasis citra termal, yang memiliki potensi besar dalam mendukung keamanan, efisiensi energi, serta kesehatan pada lingkungan rumah cerdas (*smart home*).

Sistem deteksi keberadaan manusia yang umum digunakan saat ini sebagian besar berbasis kamera visual. Pendekatan ini memiliki dua keterbatasan mendasar yang melandasi pemilihan jenis sensor pada penelitian ini. Pertama, dari segi privasi, kamera visual menangkap citra wajah dan detail fisik objek secara langsung, sehingga berpotensi menimbulkan kekhawatiran terhadap privasi pengguna apabila data tersebut disalahgunakan atau bocor. Kedua, dari segi operasional, kamera visual sangat bergantung pada ketersediaan pencahayaan yang memadai dan tidak dapat berfungsi optimal pada kondisi gelap. Sensor kamera termal seperti AMG8833 dipilih dalam penelitian ini untuk mengatasi kedua keterbatasan tersebut secara bersamaan, karena sensor ini bekerja dengan menangkap pancaran radiasi panas inframerah dari suatu objek, bukan citra visual objek itu sendiri. Dengan demikian, sensor termal secara inheren tidak merekam identitas visual individu dan tetap dapat beroperasi dalam kondisi minim cahaya tanpa bantuan pencahayaan eksternal (Achmadi et al., 2024).

Selain mengatasi keterbatasan privasi dan pencahayaan, pendekatan deteksi berbasis sensor termal array turut memiliki keunggulan fungsional dibandingkan sensor gerak inframerah pasif (*Passive Infrared*/PIR) yang umum digunakan pada sistem deteksi kehadiran konvensional. Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi adanya perubahan radiasi inframerah dalam jangkauannya, sehingga pada dasarnya hanya mengenali objek yang sedang bergerak. Berbeda dengan itu, sensor *thermopile array* seperti AMG8833 mampu mendeteksi aktivitas manusia baik yang diam (*stationary*) maupun yang bergerak, tanpa mengorbankan privasi pengguna seperti yang ditunjukkan dalam pengujian yang menggunakan sensor

thermopile 8×8 piksel pada suhu ruangan antara 21 hingga 30°C (Perra et al., 2021). Karakteristik ini menjadikan pendekatan berbasis suhu tubuh lebih relevan untuk kebutuhan pemantauan okupansi yang berkelanjutan dibandingkan sekadar deteksi gerakan sesaat, karena kehadiran manusia yang diam di suatu ruangan tetap dapat teridentifikasi berdasarkan pola suhu permukaan tubuhnya. Selain untuk keperluan keamanan, kemampuan pemantauan okupansi semacam ini turut berkontribusi terhadap kemajuan otomasi gedung serta keberlanjutan dan keselamatan pada ruang dalam bangunan, khususnya dalam mendukung sistem manajemen energi yang responsif terhadap ada-tidaknya penghuni ruangan (Sayed et al., 2023).

Penggunaan sensor kamera termal dalam mendeteksi objek atau memantau temperatur menawarkan keunggulan fungsional yang signifikan, salah satunya adalah kemampuan untuk melakukan pemindaian dalam kondisi lingkungan yang gelap tanpa bantuan pencahayaan eksternal. Hal ini disebabkan karena sensor kamera termal bekerja dengan menangkap pancaran radiasi panas inframerah dari suatu objek secara langsung, berbeda dengan kamera optik konvensional yang sangat bergantung pada pemantulan cahaya (Achmadi et al., 2024).

Sensor termal seperti AMG8833 dapat menghasilkan citra suhu tubuh manusia dalam bentuk array 8×8 piksel. Penelitian dengan judul "*Device-Free Human Activity Recognition with Low-Resolution Infrared Array Sensor Using Long Short-Term Memory Neural Network*" menunjukkan bahwa sensor inframerah beresolusi rendah dapat mendeteksi kehadiran dan pola panas manusia tanpa kamera (*device-free*), menjaga privasi pengguna, serta tetap berfungsi dalam kondisi pencahayaan rendah (Yin et al., 2021).

Penelitian "*Human Occupancy Monitoring and Positioning with Speed-Responsive Adaptive Sliding Window Using an Infrared Thermal Array Sensor*" serta "*An Approach to Fall Detection Using Statistical Distributions of Thermal Signatures Obtained by a Stand-Alone Low-Resolution IR Array Sensor Device*" juga menunjukkan bahwa analisis spasial dan temporal pada citra termal dapat mengidentifikasi distribusi suhu tubuh manusia secara akurat melalui metode sederhana seperti *Blob Analysis* (Lin & Zhao, 2025; Newaz, 2025).

Lebih lanjut, penelitian "*Monitoring Indoor People Presence in Buildings Using Low-Cost Infrared Sensor Array in Doorways*" menegaskan efektivitas

penggunaan sensor termal di lingkungan nyata, bahkan dengan variasi suhu ruangan 21–30°C, selama perbedaan suhu tubuh manusia dan suhu lingkungan masih cukup signifikan. Hal ini memperkuat dasar bahwa sensor termal dapat diandalkan untuk mendeteksi suhu tubuh manusia di kondisi rumah atau kantor (Perra et al., 2021).

Selain persoalan identifikasi objek, sistem deteksi manusia berbasis citra pada umumnya turut menghadapi kendala latensi tinggi apabila seluruh proses analisis dilakukan di *cloud server*, karena data harus dikirimkan melalui jaringan internet dan diproses di server jarak jauh sebelum keputusan akhir diperoleh. Ketergantungan ini juga membuat sistem tidak dapat berfungsi optimal ketika koneksi internet tidak stabil. Untuk mengatasi kendala ini, paradigma *Edge Computing* digunakan agar pemrosesan data dilakukan secara lokal di perangkat tepi seperti ESP32, yang berdekatan dengan sumber data. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi *delay* dan meningkatkan efisiensi pemrosesan (ROKOIYE et al., 2024; Sayed et al., 2023).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, penerapan *Blob Analysis* di *Edge Computing* ditetapkan untuk mendeteksi pola tubuh manusia pada citra termal. Sistem seperti ini penting dikembangkan untuk menjawab keterbatasan sistem berbasis *cloud* yang memiliki latensi tinggi dan ketergantungan terhadap koneksi internet. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengimplementasikan *Blob Analysis* terhadap citra termal menggunakan sensor AMG8833 dengan pemrosesan lokal berbasis *Edge Computing*, serta mengevaluasi performa sistem melalui pengukuran *delay* dan *packet loss* sebagai indikator kinerja komunikasi data.

Berdasarkan uraian tersebut, ditemukan bahwa penelitian-penelitian terdahulu belum membahas secara utuh kombinasi antara jenis sensor, algoritma deteksi, dan paradigma pemrosesan yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian oleh Rokoiye dkk. (2024) menerapkan *Edge Computing* pada ESP32, namun objek yang dipantau berupa volume sampah menggunakan sensor ultrasonik, bukan keberadaan manusia melalui sensor termal. Penelitian oleh Lin dan Zhao (2025) memanfaatkan sensor *thermal array* untuk memantau okupansi manusia, tetapi berfokus pada estimasi posisi menggunakan metode *Adaptive Sliding Window*, bukan pengenalan pola tubuh melalui *Blob Analysis*. Sementara itu, penelitian oleh

Pramuda dkk. (2023) menggunakan sensor PIR dan RCWL yang bersifat biner dan hanya mampu mendeteksi objek yang bergerak, sehingga tidak dapat mengenali keberadaan manusia yang sedang diam.

Berdasarkan perbandingan tersebut (dirangkum lebih rinci pada Tabel 2.1), teridentifikasi bahwa belum terdapat penelitian yang secara khusus mengimplementasikan algoritma *Blob Analysis* pada citra termal beresolusi rendah untuk mengenali pola tubuh manusia, yang diproses sepenuhnya secara lokal melalui paradigma *Edge Computing* pada mikrokontroler ESP32, serta dievaluasi kinerjanya dari sisi *delay* dan *packet loss* komunikasi data. Kekosongan inilah yang menjadi dasar dan kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka beberapa masalah yang dapat diidentifikasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan algoritma *Blob Analysis* di dalam *Edge Computing* mendeteksi pola tubuh manusia?
2. Bagaimana pengaruh *Edge Computing* dalam pemrosesan citra termal secara lokal?
3. Bagaimana nilai *delay* dan *packet loss* pada sistem saat mengirimkan hasil deteksi dari perangkat edge ke server monitoring?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Sensor yang digunakan adalah AMG8833 sebagai penghasil citra termal (8×8 piksel).
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32.
3. Fokus penelitian pada deteksi bagian tubuh manusia.
4. Sistem tidak membahas keamanan jaringan secara mendalam.
5. Pengujian dilakukan di lingkungan indoor dengan suhu ruangan normal (21–30°C).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan Blob Analysis untuk mendeteksi pola tubuh manusia dari citra termal sensor AMG8833.

2. Menerapkan konsep Edge Computing pada perangkat ESP32 untuk pemrosesan citra secara lokal.
3. Mengukur dan menganalisis delay serta packet loss pada proses pengiriman hasil deteksi dari edge ke server lokal.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem pemantauan cerdas yang efisien, dengan memanfaatkan karakteristik non-visual sensor termal yang secara inheren tidak merekam identitas visual individu, sehingga cocok diterapkan pada lingkungan yang mempertimbangkan privasi penghuninya. Secara teknis, penelitian ini memberikan literatur mengenai penerapan algoritma *Blob Analysis* dalam mengolah citra termal beresolusi rendah secara langsung pada mikrokontroler ESP32. Selain itu, hasil penelitian ini bermanfaat untuk menciptakan sistem deteksi pola tubuh manusia yang bekerja secara *real-time* tanpa ketergantungan penuh pada koneksi internet atau komputasi *cloud*. Terakhir, penelitian ini menyediakan data empiris mengenai kinerja sistem *edge computing* melalui pengukuran parameter jaringan seperti *delay* dan *packet loss*, yang dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem IoT serupa di masa depan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terbagi menjadi 6 bab yang disusun secara sistematis untuk menguraikan proses penelitian dan penyelesaian masalah. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang mengenai pemilihan sensor termal sebagai alternatif kamera visual, kebutuhan algoritma *Blob Analysis* untuk memvalidasi pola tubuh manusia, serta penerapan *Edge Computing* untuk mengatasi keterbatasan pemrosesan berbasis *cloud*, dilanjutkan dengan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas dasar-dasar teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep *Internet of Things* (IoT), arsitektur *Edge Computing*, cara kerja Sensor Thermal AMG8833, spesifikasi mikrokontroler ESP32, teori pengolahan citra

digital, algoritma *Blob Analysis*, serta parameter *Quality of Service* (QoS) yang mencakup *delay* dan *packet loss*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan prosedur dan kerangka kerja penelitian agar berjalan secara sistematis. Tahapan yang dibahas meliputi studi literatur, analisis kebutuhan perangkat keras dan lunak, perancangan arsitektur sistem berbasis *edge*, teknik implementasi kode, hingga skenario pengujian akurasi dan performa jaringan.

BAB 4 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menguraikan langkah-langkah perencanaan sistem secara mendalam. Tahapan ini mencakup perancangan arsitektur jaringan *Edge-to-Server*, perancangan perangkat keras (skema rangkaian ESP32 dan sensor), serta perancangan perangkat lunak yang meliputi alur logika *preprocessing* citra, binarisasi, dan algoritma deteksi *blob*.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang realisasi sistem yang telah dirancang serta hasil evaluasi dari pengujian yang dilakukan. Fokus pembahasan meliputi akurasi deteksi pola tubuh manusia pada berbagai jarak, efektivitas pemrosesan data di sisi *edge*, serta analisis data empiris mengenai nilai *delay* dan *packet loss* saat transmisi data.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah. Selain itu, bab ini juga memberikan saran-saran bagi pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem deteksi pola tubuh manusia berbasis termal ini dapat dikembangkan lebih optimal.