

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang *computer vision* telah mengalami kemajuan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir, khususnya pada penerapan pengolahan citra digital yang mampu mendeteksi, melacak, dan mengenali objek secara *real-time*. Teknologi ini telah dimanfaatkan pada berbagai bidang, seperti sistem keamanan, pelacakan objek (*object tracking*), pengenalan aktivitas manusia, sistem identifikasi biometrik, serta interaksi antara manusia dan komputer (Dristyan et al., 2026). Salah satu penerapan *computer vision* yang terus berkembang adalah *face tracking*, yaitu teknologi yang memungkinkan sistem mendeteksi posisi wajah dan mengikuti pergerakannya secara otomatis menggunakan kamera.

Selain *face tracking*, teknologi *face recognition* juga berkembang pesat sebagai metode identifikasi biometrik yang memanfaatkan karakteristik unik pada wajah setiap individu. Teknologi ini banyak diterapkan pada berbagai bidang, seperti sistem keamanan, absensi, kontrol akses, dan identifikasi pengguna karena mampu mengenali identitas seseorang secara otomatis berdasarkan data wajah yang telah terdaftar (Fahreza et al., 2024). Agar proses pengenalan wajah dapat berjalan dengan baik, wajah perlu berada pada posisi yang sesuai di dalam bidang pandang kamera. Oleh karena itu, penerapan *face tracking* dapat mendukung proses *face recognition* dengan menjaga posisi wajah tetap berada dalam jangkauan pengamatan kamera selama proses identifikasi berlangsung.

Permasalahan tersebut ditemukan pada salah satu perusahaan yang bergerak di industri pertahanan di Kota Bandung, yaitu PT Radar Telekomunikasi Indonesia. Perusahaan ini memiliki ruangan penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan berbagai peralatan dan barang penting yang mendukung pelaksanaan proyek perusahaan. Namun, pada area penyimpanan tersebut belum tersedia sistem yang mampu melakukan identifikasi wajah secara otomatis terhadap orang yang

memasuki ruangan. Proses identifikasi masih dilakukan secara manual sehingga informasi mengenai identitas orang yang berada di area penyimpanan tidak dapat diketahui secara langsung. Kondisi tersebut berpotensi menyulitkan proses identifikasi apabila diperlukan penelusuran terhadap pihak yang memasuki area penyimpanan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu mengenali identitas orang secara otomatis ketika berada di depan kamera. Penerapan *face tracking* memungkinkan kamera mengikuti pergerakan wajah secara *real-time* sehingga wajah tetap berada dalam area pengamatan, sedangkan *face recognition* digunakan untuk mengenali wajah yang telah terdaftar pada dataset serta membedakannya dengan orang yang tidak dikenal (Orang Tidak Dikenal/OTK).

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking* menggunakan *Framework* MediaPipe dan mikrokontroler ESP-32. *Framework* MediaPipe digunakan untuk mendeteksi posisi wajah secara *real-time*, kemudian hasil deteksi dimanfaatkan untuk mengendalikan pergerakan kamera melalui mekanisme *servo pan-tilt* yang dikontrol oleh ESP-32 sehingga kamera dapat mengikuti pergerakan wajah secara otomatis. Selanjutnya, sistem menerapkan *face recognition* menggunakan *Framework* DeepFace dengan model ArcFace untuk mengenali identitas wajah berdasarkan dataset referensi yang telah terdaftar. Dengan menggabungkan teknologi *face tracking* dan *face recognition*, sistem diharapkan mampu meningkatkan efektivitas proses pengenalan wajah secara *real-time* melalui kemampuan mendeteksi, mengikuti, dan mengidentifikasi wajah secara otomatis. Penelitian ini dituangkan dalam sebuah skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pengenalan Wajah Berbasis *Face Tracking* Menggunakan *Framework* MediaPipe dan Mikrokontroler ESP-32."

Dalam penelitian ini, *Framework* MediaPipe dipilih karena memiliki kemampuan mendeteksi wajah secara *real-time* dengan performa yang ringan serta mampu bekerja dengan baik pada berbagai orientasi wajah, sehingga sesuai untuk mendukung proses *face tracking* (Fahreza et al., 2024). Untuk proses *face recognition*, digunakan *Framework* DeepFace karena menyediakan implementasi

berbagai model pengenalan wajah modern, salah satunya ArcFace. Model ArcFace dipilih karena mampu menghasilkan representasi fitur wajah (*embedding*) yang memiliki tingkat diskriminasi tinggi sehingga banyak digunakan pada sistem pengenalan wajah (Asmara et al., 2022). Sementara itu, mikrokontroler ESP-32 dipilih karena memiliki kemampuan komunikasi serial, kecepatan pemrosesan yang baik, serta mudah diintegrasikan dengan motor servo untuk mengendalikan mekanisme *pan-tilt*.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu PT Radar Telekomunikasi Indonesia dalam melakukan proses identifikasi wajah secara otomatis terhadap orang yang berada di area penyimpanan barang penting. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem pengenalan wajah berbasis *computer vision* pada penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pengenalan wajah berbasis face tracking yang mampu mendeteksi dan mengikuti pergerakan wajah secara *real-time* menggunakan teknologi *face tracking*?
2. Bagaimana mengimplementasikan komunikasi antara *Framework* MediaPipe dengan mikrokontroler ESP-32 untuk mengendalikan pergerakan kamera melalui mekanisme *servo pan-tilt* pada sistem pengenalan wajah?
3. Bagaimana menerapkan teknologi *face recognition* menggunakan *Framework* DeepFace dengan model ArcFace untuk mengenali wajah yang telah terdaftar serta membedakannya dengan orang yang tidak dikenal (OTK)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Merancang dan membangun sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking* yang mampu mendeteksi, mengikuti, dan mengidentifikasi wajah secara *real-time* menggunakan *Framework* MediaPipe dan mikrokontroler ESP-32.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Merancang dan membangun sistem pengenalan wajah yang mampu mendeteksi dan mengikuti pergerakan wajah secara *real-time* menggunakan *Framework* MediaPipe.
2. Mengimplementasikan komunikasi antara program Python berbasis *Framework* MediaPipe dengan mikrokontroler ESP-32 melalui komunikasi serial untuk mengendalikan pergerakan kamera menggunakan mekanisme *servo pan-tilt* berdasarkan posisi wajah yang terdeteksi.
3. Menerapkan *face recognition* menggunakan *Framework* DeepFace dengan model ArcFace untuk mengenali karyawan yang telah terdaftar pada dataset serta membedakannya dengan orang yang tidak dikenal (OTK).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Sistem yang dikembangkan difokuskan pada penerapan *face tracking* dan *face recognition* untuk mendeteksi, mengikuti, dan mengenali wajah secara *real-time*.
2. Penelitian ini tidak membahas proses pengembangan, pelatihan (*training*), maupun optimasi model *deep learning* pada *Framework* MediaPipe dan *Framework* DeepFace, melainkan hanya mengimplementasikan model yang telah tersedia.
3. Sistem *face recognition* hanya digunakan untuk mengenali karyawan yang telah terdaftar pada dataset dan membedakannya dengan Orang Tidak Dikenal (OTK) pada lingkungan pengujian di dalam ruangan (*indoor*).
4. Sistem hanya menampilkan hasil deteksi dan identifikasi wajah secara *real-time* serta belum dilengkapi dengan fitur perekaman video, notifikasi, alarm, maupun pengendalian akses.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan sumber informasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang *computer vision*, *face tracking*, *face recognition*, serta integrasi sistem berbasis *Framework MediaPipe* dan mikrokontroler ESP-32.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan dapat membantu PT Radar Telekomunikasi Indonesia dalam melakukan proses pengenalan wajah secara otomatis terhadap karyawan yang telah terdaftar serta membedakannya dengan orang yang tidak dikenal (OTK) pada area penyimpanan barang penting.

b. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi sarana untuk menerapkan serta mengembangkan pengetahuan yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya dalam bidang *computer vision* melalui pengembangan sistem pengenalan wajah yang mengintegrasikan perangkat lunak dan perangkat keras.

c. Bagi Perguruan Tinggi/Program Studi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi dan dasar pengembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan *face tracking*, *face recognition*, maupun sistem pengawasan otomatis berbasis *computer vision*.

1.5.1 Jadwal Penelitian

Berikut merupakan jadwal pelaksanaan penelitian yang disusun berdasarkan tahapan kegiatan yang dilakukan selama proses penelitian:

Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Penyusunan Proposal						
2	Seminar Proposal						
3	Perancangan Sistem						
4	Implementasi Sistem						
5	Pengujian dan Analisis Data						
6	Penyusunan Laporan TA						
7	Seminar Hasil Penelitian						
8	Sidang Tugas Akhir						

1.6 Sistematika Penulisan

Menjelaskan secara ringkas isi dari tiap bab untuk membantu pembaca memahami alur dokumen.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Selain itu, bab ini menguraikan permasalahan yang melatarbelakangi penelitian, alasan pemilihan topik, serta tujuan penelitian sebagai dasar perancangan dan pengembangan sistem pengenalan wajah berbasis *face tracking*.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar untuk mengetahui posisi dan perbedaan penelitian yang dilakukan. Selain itu, bab ini menguraikan teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi pengolahan citra digital, *computer vision*, *deep learning*, *face detection*, *face tracking*, *face recognition*, *framework* MediaPipe, *framework* DeepFace, model ArcFace, *cosine similarity*, mikrokontroler ESP-32, motor servo, *webcam*, bahasa pemrograman Python, metode Prototyping, *Unified Modeling Language* (UML), pengujian *black-box*, serta PT Radar Telekomunikasi Indonesia sebagai lokasi penelitian.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas kerangka berpikir, metode pengembangan sistem menggunakan metode Prototyping, prosedur penelitian, perbandingan metode pengembangan, serta analisis kebutuhan sistem. Selain itu, bab ini menjelaskan rancangan sistem yang meliputi arsitektur sistem, perancangan perangkat keras, persiapan dataset, perancangan perangkat lunak, *flowchart*, serta pemodelan sistem menggunakan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Deployment Diagram*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil implementasi sistem yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Pembahasan meliputi implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, implementasi dataset, serta hasil pengujian sistem yang mencakup pengujian *face detection*, *face tracking*, dan *face recognition*. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil pengujian untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, serta saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk pengembangan sistem maupun penelitian selanjutnya.