

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan *Artificial Intelligence (AI)* telah mengalami kemajuan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu cabang *AI* yang menjadi pusat perhatian adalah *computer vision*. Teknologi ini memungkinkan mesin untuk memahami dan menginterpretasi informasi visual dari dunia nyata, seperti yang diungkapkan oleh (Putra & Imelda, 2022). Salah satu penerapan *computer vision* yang populer adalah pendeteksian wajah (*face detection*) dan pengenalan pelat nomor kendaraan (*license plate recognition*), yang dapat mengidentifikasi individu atau kendaraan secara unik berdasarkan data visual. Dengan kemampuan untuk mendeteksi wajah individu atau nomor pelat kendaraan secara otomatis dari gambar atau video, dapat menghasilkan data seseorang secara unik berdasarkan pola pada data (Sripriya et al., 2020). Data ini dapat diolah menjadi bentuk digital dan disimpan dalam *database* yang aman, memberikan peluang baru dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan di berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan parkir.

Parkiran merupakan fasilitas penting di lingkungan kampus yang membutuhkan manajemen efisien untuk mendukung kelancaran aktivitas. Namun, sistem pengelolaan parkir yang konvensional seringkali tidak memadai. Di Parkiran Telkom University Surabaya, pencatatan kendaraan masih dilakukan secara manual, seperti pemeriksaan Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK) dan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) untuk mahasiswa dan staf, serta pemberian secarik kertas untuk tamu. Sistem ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain sulitnya melacak pergerakan kendaraan secara akurat, potensi manipulasi data, serta ketidakmampuan untuk menganalisis pola penggunaan parkir secara efektif. Selain itu, tidak adanya integrasi data historis menyulitkan investigasi insiden, seperti kehilangan kendaraan atau Pencurian Kendaraan Bermotor (Curanmor). Permasalahan lain yang kerap muncul adalah risiko curanmor yang tinggi karena kurangnya sistem pengawasan yang canggih, serta potensi antrian panjang yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna parkir.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penerapan sistem berbasis *AI* dengan

teknologi *FD* dan *LPR* dapat menjadi solusi yang efektif. Teknologi *FD* dapat mengidentifikasi pengunjung secara otomatis berdasarkan ciri-ciri wajah mereka (Dev & Patnaik, 2020), sementara teknologi *LPR* memungkinkan pembacaan dan pencatatan nomor pelat kendaraan tanpa interaksi manusia (Frag et al., 2019). Penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan penerapan kedua teknologi ini dalam manajemen parkir. Sebagai contoh, Malik (Malik et al., 2023) mengembangkan sistem keamanan pintar yang menggabungkan *LPR* dan *FD* dengan menggunakan algoritma *Optical Character Recognition (OCR)* untuk pengenalan pelat nomor dan *Haar Cascade* untuk pendeteksian wajah. Sistem ini terbukti efektif dalam mengurangi waktu masuk dan keluar parkir hingga 40–50% serta menurunkan insiden akses tidak sah hingga 60%. Selain itu, penggunaan algoritma *YOLOv4* dalam aplikasi serupa telah menunjukkan akurasi tinggi dan kecepatan inferensi yang baik dalam deteksi *real-time*. Hasil studi-studi tersebut mendukung klaim bahwa penerapan teknologi *FD* dan *LPR* dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam sistem manajemen parkir.

Selain itu, survei terkait estimasi biaya yang relevan melalui studi literatur juga menguatkan urgensi penelitian ini. *RichestSoft*¹ mencatat bahwa biaya pengembangan sistem manajemen parkir cerdas berkisar antara \$30.000 hingga \$120.000 (sekitar Rp450 juta hingga Rp1,8 miliar). Di Indonesia, solusi seperti E-Parkir di Kota Surakarta juga menunjukkan investasi signifikan dalam pengadaan alat e-parkir untuk meningkatkan efisiensi². Namun, penelitian ini bertujuan untuk menawarkan alternatif solusi dengan biaya lebih rendah melalui integrasi teknologi *FD* dan *LPR* menggunakan perangkat seperti kamera ponsel dan algoritma *open-source*, yang tetap dapat memberikan efisiensi meskipun dengan fitur yang lebih sederhana.

Untuk lebih meningkatkan efektivitas dan integrasi sistem, penelitian ini tidak hanya mengandalkan teknologi *face detection* dan *license plate recognition* secara terpisah, tetapi menggabungkan keduanya dalam satu kesatuan sistem otomatis yang lebih canggih. Sistem ini akan mencatat dan memverifikasi pengunjung secara otomatis menggunakan kamera ponsel. Pada tahap pertama, *face detection* akan mendeteksi wajah pengunjung, yang kemudian diolah menggunakan algoritma *ArcFace* untuk menghasilkan *image embedding*, yang disimpan dalam *database*. Sementara itu, *license plate recognition* menggunakan model *YOLOv11* untuk mengenali pelat nomor kendaraan, yang kemudian diproses lebih lanjut dengan *EasyOCR* untuk mengenali karakter pelat nomor.

Hasil dari kedua proses tersebut, yaitu data *embedding* wajah dan pelat nomor kendaraan yang terdeteksi, akan disimpan dalam *database* untuk mempermudah pencatatan pengunjung dan pengguna terdaftar. Pada saat

¹Sumber Informasi: <https://richestsoft.com/id/blog/cost-to-develop-a-smart-parking-management-system/>

²Sumber Informasi: <https://www.cloudcomputing.id/berita/in-parking-teknologi-parkir-cerdas>

pengunjung keluar, sistem akan kembali melakukan verifikasi dengan mencocokkan wajah yang terdeteksi dan pelat nomor kendaraan dengan data yang ada di *database*. Proses pencocokan ini menggunakan *cosine similarity* untuk wajah dan *fuzzy matching* untuk pelat nomor. Jika data yang terdeteksi sesuai dengan ambang batas kesesuaian, sistem akan mengizinkan pengunjung untuk keluar dan memperbarui status pengunjung di *database*. Untuk memastikan efisiensi, sistem hanya akan mencari dan mencocokkan data dengan status *Aktif*, sehingga data pengunjung yang sudah keluar *Non-Aktif* tidak perlu diproses ulang.

Dengan penerapan sistem *AI* berbasis *face detection* dan *license plate recognition* ini, diharapkan Parkiran Telkom University Surabaya dapat bertransformasi menjadi sistem manajemen parkir yang lebih aman, cepat, dan efisien. Sistem ini tidak hanya meningkatkan pengelolaan parkir secara praktis, tetapi juga memberikan kontribusi besar terhadap keamanan dan kenyamanan lingkungan kampus. Dengan automasi yang lebih terintegrasi, proses verifikasi menjadi lebih akurat, sementara risiko kesalahan manusia dapat diminimalisir, menciptakan ekosistem yang lebih terpercaya bagi seluruh pengunjung dan pengguna fasilitas parkir.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan manfaat penerapan sistem *AI* di atas, perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara mengembangkan sistem deteksi wajah yang efektif untuk mengenali orang yang masuk dan keluar area parkir?
2. Bagaimana cara mengembangkan sistem deteksi dan membaca pelat nomor kendaraan secara otomatis pada saat kendaraan masuk atau keluar dari area parkir?
3. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem yang mengintegrasikan teknologi *License Plate Recognition (LPR)* dan *Face Detection (FD)* untuk digunakan dalam manajemen parkir otomatis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, maka dirumuskan tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengembangkan sistem deteksi wajah untuk mengenali orang yang masuk dan keluar area parkir.
2. Mengembangkan sistem otomatis untuk mendeteksi dan membaca pelat nomor kendaraan.

3. Merancang sistem terintegrasi antara *License Plate Recognition (LPR)* dan *Face Detection (FD)* untuk manajemen parkir otomatis.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan dalam penelitian ini dirancang untuk menjaga fokus terhadap tujuan utama dan relevansi analisis, yaitu sistem deteksi wajah dan pengenalan pelat nomor kendaraan untuk mencatat serta memverifikasi pengunjung. Adapun batasan yang diterapkan meliputi:

1. Penelitian hanya diterapkan pada area parkir Telkom University Surabaya sebagai lokasi uji coba, sehingga hasil penelitian tidak dapat langsung digeneralisasi untuk area parkir lain.
2. Sistem pengenalan pelat nomor hanya mendukung pelat nomor dengan standar kepolisian Indonesia. Pelat nomor khusus seperti pelat militer, diplomatik, atau pelat dengan format lain di luar standar tidak menjadi fokus penelitian.
3. Untuk performa optimal, spesifikasi citra yang diperlukan adalah pencahayaan minimal 70% atau tidak dalam kondisi malam hari, resolusi kamera minimal 780p (1280x780 piksel), wajah harus menghadap langsung ke kamera tanpa terhalang objek, jarak kamera ke objek antara 1 hingga 4 meter, dan kecepatan objek maksimal 10 km/jam. Akurasi sistem tidak dijamin optimal dalam semua kondisi.

Asumsi dalam penelitian ini merupakan hipotesis keberhasilan atau kegagalan sistem yang dirancang, sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut adalah asumsi berdasarkan masing-masing tujuan:

1. Mengembangkan sistem deteksi wajah untuk mengenali pengunjung yang masuk dan keluar area parkir, dengan asumsi bahwa sistem *Face Detection (FD)* memiliki kemampuan mendeteksi wajah dengan tingkat akurasi $\geq 90\%$ dalam kondisi normal.
2. Mengembangkan sistem otomatis untuk mendeteksi dan membaca pelat nomor kendaraan, dengan asumsi bahwa sistem *License Plate Recognition (LPR)* dapat mengenali pelat nomor kendaraan dengan tingkat akurasi $\geq 85\%$ sesuai standar Indonesia.
3. Merancang sistem terintegrasi antara *License Plate Recognition (LPR)* dan *Face Detection (FD)* untuk mendukung manajemen parkir otomatis, dengan asumsi bahwa sistem mampu mencocokkan data wajah dan pelat nomor dengan tingkat kesesuaian $\geq 90\%$ serta memproses kendaraan dalam waktu kurang dari 7 detik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis: Menambah literatur tentang penerapan *Artificial Intelligence (AI)*, khususnya *Face Detection (FD)* dan *License Plate Recognition (LPR)* dalam manajemen parkir.
2. Manfaat Praktis: Menghasilkan sistem manajemen parkir berbasis *AI* yang lebih efisien, aman, dan transparan.
3. Manfaat Teknologi: Memberikan panduan penerapan teknologi deteksi wajah dan pelat nomor yang terintegrasi dengan basis data.
4. Manfaat Sosial: Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna parkir melalui pengelolaan yang lebih *modern*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini disusun untuk memandu pembaca memahami alur penelitian. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. **BAB I Pendahuluan** Berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan yang memberikan gambaran awal mengenai penelitian. Bab ini menjadi landasan untuk memahami konteks dan arah penelitian yang akan dibahas pada bab-bab selanjutnya.
2. **BAB II Landasan Teori** Membahas teori, konsep, dan kerangka kerja yang mendasari penelitian sebagai landasan ilmiah dalam menyelesaikan permasalahan. Pengetahuan ini menjadi dasar teori yang mendukung metodologi dan analisis di bab berikutnya.
3. **BAB III Metodologi Penelitian** Menjelaskan metode, pendekatan, dan langkah-langkah penelitian, termasuk desain, pengumpulan, dan analisis data yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Bab ini memberikan kerangka kerja teknis yang menjadi pedoman pelaksanaan dan pengolahan data yang dipaparkan pada bab berikutnya.
4. **BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data** Berisi penyajian hasil pengumpulan data yang telah dilakukan, serta proses pengolahan data yang meliputi pembersihan, transformasi, dan persiapan data untuk analisis lebih lanjut. Bab ini menampilkan data mentah dan hasil pengolahan sebagai dasar bagi analisis dan pembahasan pada bab berikutnya.

5. **BAB V Analisis dan Pembahasan** Menyajikan analisis hasil penelitian serta pembahasan terkait pencapaian tujuan penelitian, disertai verifikasi dan validasi metode yang digunakan. Bab ini memproses data yang telah disiapkan untuk menjawab rumusan masalah dan mendukung kesimpulan pada bab akhir
6. **BAB VI Kesimpulan dan Saran** Menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut. Bab ini menjadi penutup yang merangkum temuan utama dan memberikan rekomendasi untuk penelitian atau aplikasi selanjutnya.