

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah mahasiswa yang membawa kendaraan bermotor roda dua ke lingkungan kampus berbanding lurus dengan kebutuhan akan fasilitas lahan parkir yang memadai dan sistem pengelolaan yang efisien. Saat ini, sistem parkir di banyak perguruan tinggi, termasuk Universitas Harkat Negeri, masih mengandalkan pencatatan atau pengecekan manual oleh petugas keamanan. Hal ini sering kali memicu permasalahan operasional, terutama terjadinya penumpukan dan antrean panjang mahasiswa di area pintu keluar (*exit gate*) parkir pada jam pulang kampus. Selain itu, minimnya pemanfaatan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) yang sejauh ini umumnya hanya berfungsi sebagai identitas visual dan akses perpustakaan menunjukkan adanya potensi teknologi yang belum dimaksimalkan, padahal sebagian besar KTM telah dilengkapi dengan *cip Radio Frequency Identification* (RFID).

Pengembangan proyek ini berpacu pada pondasi teknologi RFID untuk memecahkan masalah efisiensi parkir, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian terdahulu. Penelitian oleh Diana Eko Putri dkk. merancang prototipe sistem parkir otomatis menggunakan RFID berbasis Raspberry Pi 3 untuk menggantikan pengecekan STNK secara manual, dengan hasil sistem mampu mengontrol akses keluar mahasiswa secara otomatis, sehingga

disimpulkan bahwa penggunaan kartu RFID terbukti jauh lebih praktis dan efisien bagi penjaga parkir maupun mahasiswa[1] berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengotomatisasi gerbang menggunakan KTM, dengan hasil laju keluar-masuk kendaraan menjadi lebih terkontrol, dan disimpulkan bahwa integrasi identitas digital mempercepat proses antrean di area kampus[2]. Selanjutnya, penelitian oleh Ramadhan dkk. merancang sistem ticketing parkir menggunakan KTM berbasis android dan *internet of things*, dengan hasil yang mempermudah pencatatan akses, yang menyimpulkan bahwa pemanfaatan kartu identitas sangat efektif untuk manajemen operasional[3]. Meskipun keseluruhan penelitian ini membuktikan keandalan dan kecepatan RFID, terdapat celah keamanan yang krusial. Sistem tersebut hanya mengandalkan pindai kartu tanpa memverifikasi kesesuaian fisik kendaraan yang dibawa pengguna, sehingga rawan terjadi pencurian jika kartu KTM hilang, terjatuh, atau dipindahtangankan.

Untuk menutupi celah keamanan dari sistem RFID tersebut, pengembangan proyek ini difokuskan pada pengintegrasian teknologi *computer vision* dan *machine learning*. Penelitian oleh Leonardo dkk. membuat prototipe sistem deteksi plat nomor kendaraan menggunakan algoritma YOLOv8 dan Tesseract OCR, dengan hasil ekstraksi identitas visual kendaraan secara otomatis, yang disimpulkan bahwa metode ini memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi untuk verifikasi lingkungan kampus[4]. Hal ini didukung oleh penelitian Ardiansyah dkk. yang membuat sistem kalkulasi objek kendaraan menggunakan algoritma YOLO, dengan

hasil pendeteksian objek yang sangat cepat, sehingga disimpulkan bahwa algoritma ini sangat tangguh untuk pemantauan objek *real-time*[5]. Dipadukan dengan penelitian oleh Hanif dkk. yang merancang sistem ekstraksi teks melalui metode *Optical Character Recognition* (OCR), dengan hasil karakter plat nomor terekstrak menjadi data digital, yang disimpulkan bahwa tingkat presisi pembacaan data visual dapat sangat diandalkan[6]. Sayangnya, mayoritas inovasi kecerdasan buatan ini masih berdiri sendiri sebagai alat pantau dan belum digabungkan secara langsung dengan sistem gerbang fisik berbasis identitas KTM.

Dari sisi arsitektur perangkat lunak, penelitian terdahulu telah membuat antarmuka aplikasi lintas platform menggunakan Framework Flutter, dengan hasil aplikasi visual yang sangat responsif, dan disimpulkan bahwa Flutter memberikan stabilitas tinggi untuk digunakan pada perangkat *mobile*[7]. Lebih lanjut, penelitian oleh Putri dkk. dan Azziqra dkk. merancang penerapan *clean architecture* pada aplikasi *mobile* berbasis Flutter, dengan hasil berupa kemudahan pengelolaan layanan secara modular, sehingga disimpulkan arsitektur ini sangat tepat untuk menunjang pengembangan jangka panjang[8][9]. Sementara itu, untuk menangani tingginya arus data dari perangkat keras IoT dan pengolahan citra (*machine learning*), penelitian oleh Maulana dkk. dan Wibawa membuat *backend* terpusat berbasis REST API menggunakan FastAPI, dengan hasil kelancaran lalu lintas pertukaran data secara asinkron, yang menyimpulkan bahwa layanan ini sangat

direkomendasikan untuk mengelola model *machine learning* di dalam sebuah aplikasi utuh[10][11].

Berdasarkan keseluruhan tinjauan pustaka di atas, terlihat jelas sebuah benang merah bahwa inovasi-inovasi cemerlang tersebut masih berjalan secara terpisah. Fokus pada otomatisasi sensor fisik (RFID) belum diimbangi dengan pengamanan visual, sementara teknologi kecerdasan buatan (YOLO dan OCR) masih terbatas pada pemantauan layar yang tidak terhubung langsung dengan kendali palang pintu. Belum adanya infrastruktur perangkat lunak yang secara khusus dikembangkan untuk menengahi dua proses berat ini memunculkan sebuah celah penelitian (*research gap*).

Berangkat dari permasalahan dan celah penelitian tersebut, solusi yang ditawarkan dalam proyek Tugas Akhir ini adalah merancang bangun sebuah arsitektur perangkat lunak terpusat yang mampu mengintegrasikan seluruh masukan perangkat keras secara *real-time*. Pengembangan ini mencakup pembuatan aplikasi antarmuka (*front-end*) yang responsif berbasis Flutter, serta layanan pusat pengolahan data (*back-end*) berbasis FastAPI. Melalui jembatan arsitektur ini, sistem akan menghasilkan mekanisme parkir cerdas dengan validasi ganda (*dual-validation*), yaitu penyatuan verifikasi identitas fisik melalui pindai RFID KTM dan verifikasi visual plat nomor kendaraan menggunakan model *machine learning* (YOLO & OCR) dalam satu waktu. Kesimpulannya, penerapan sistem informasi terpadu ini diyakini mampu menjadi solusi definitif untuk mengurai masalah penumpukan kendaraan di

area keluar Universitas Harkat Negeri secara efisien, sekaligus memberikan standar keamanan ganda yang jauh lebih mutakhir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penerapan sistem parkir berbasis identitas digital (RFID) terbukti mampu mempercepat akses, namun masih menyisakan celah keamanan karena ketiadaan verifikasi fisik kendaraan. Oleh karena itu, rumusan masalah utama dalam penelitian ini adalah: Bagaimana merancang dan membangun sistem parkir otomatis kampus berbasis IoT dengan integrasi RFID kartu tanda mahasiswa dan deteksi plat nomor berbasis *machine learning* menggunakan Flutter dan FastAPI secara sinkron? Integrasi ini ditujukan untuk menghasilkan sebuah sistem parkir cerdas dengan mekanisme validasi ganda (*dual-validation*) yang *real-time*, stabil, dan efektif, tidak hanya untuk mengurangi penumpukan antrean, tetapi juga untuk menutup celah keamanan kendaraan di area pintu keluar parkir Universitas Harkat Negeri.

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian lebih terarah dan sesuai dengan fokus pengembangan, batasan masalah pada proyek ini dikerucutkan pada perancangan arsitektur perangkat lunak, yaitu:

1. Pengembangan aplikasi antarmuka (*front-end*) berbasis Flutter dan layanan pengolahan data terpusat (*back-end*) berbasis FastAPI. Dari segi

konten dan operasional data, sistem ini dirancang khusus untuk mengelola autentikasi Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) ber-*chip* RFID dan validasi visual plat nomor untuk kendaraan bermotor roda dua (sepeda motor) yang diasumsikan beroperasi pada kondisi pencahayaan normal.

2. Ruang lingkup deteksi visual menggunakan kecerdasan buatan dalam penelitian ini dibatasi kemampuannya pada pengenalan pelat nomor kendaraan bermotor perseorangan (pribadi) keluaran baru. Pembacaan karakter oleh sistem (OCR) diasumsikan dan dibatasi hanya pada pelat nomor yang mematuhi spesifikasi standar resmi dari SAMSAT, sehingga sistem tidak mengakomodasi pembacaan pada pelat nomor yang menggunakan jenis huruf (*font*) modifikasi kustom, pudar, atau tidak standar.
3. Selain itu, fitur sistem dibatasi murni pada fungsionalitas validasi ganda (*dual-validation*), pencatatan log akses gerbang, serta monitoring peran pengguna (admin, mahasiswa, dan petugas), tanpa mencakup modul manajemen tarif atau sistem transaksi pembayaran parkir.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan membangun arsitektur perangkat lunak yang andal, yang terdiri dari aplikasi *front-end* berbasis Flutter dan sistem *back-end* berbasis

FastAPI, sebagai pusat kendali sistem parkir cerdas kampus. Rancang bangun ini ditujukan untuk mengintegrasikan dua modul masukan utama secara sinkron, yaitu data identitas fisik dari perangkat IoT (pemindaian RFID Kartu Tanda Mahasiswa) dan data visual dari model *machine learning* (pengenalan otomatis plat nomor kendaraan bermotor roda dua). Melalui pengembangan sistem informasi yang terpusat ini, penelitian bertujuan untuk menghasilkan mekanisme validasi ganda (*dual-validation*) yang *real-time* dan efektif guna memangkas waktu pemeriksaan manual, sehingga mampu menyelesaikan permasalahan penumpukan antrean kendaraan di area pintu keluar parkir Universitas Harkat Negeri.

1.4.2 Manfaat

Hasil rancang bangun dari proyek penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat langsung sebagai berikut:

1. Menghasilkan sistem parkir otomatis terintegrasi yang secara efektif mampu mengatasi masalah penumpukan antrean kendaraan bermotor roda dua di area pintu keluar kampus Universitas Harkat Negeri.
2. Meningkatkan standar keamanan fasilitas parkir melalui penerapan mekanisme validasi ganda (*dual-validation*), yang memastikan kecocokan antara identitas pemilik pada Kartu Tanda Mahasiswa (RFID) dengan fisik kendaraan yang dibawa (deteksi plat nomor).

3. Mengoptimalkan fungsi Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) dari sekadar kartu identitas menjadi akses digital cerdas yang terhubung dengan basis data fasilitas kampus.
4. Menyediakan aplikasi antarmuka (*front-end*) berbasis Flutter yang responsif, sehingga memudahkan mahasiswa dan petugas keamanan dalam memantau riwayat akses dan status validasi parkir secara *real-time*.
5. Menghasilkan arsitektur layanan *back-end* berbasis FastAPI yang andal dalam memproses data masukan dari perangkat keras IoT dan model *machine learning* ke dalam satu sistem pencatatan terpusat yang bebas dari kesalahan manusia (*human error*).

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai kerangka dan isi laporan. Adapun sistematika penulisannya terbagi menjadi enam bab utama sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah, batasan masalah agar ruang lingkup penelitian lebih terarah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, serta sistematika laporan yang memberikan gambaran umum isi dari setiap bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan sebagai referensi, serta menjabarkan landasan teori yang mendukung penyelesaian masalah. Teori yang dibahas meliputi konsep *Internet of Things* (IoT), *Radio Frequency Identification* (RFID), *Computer vision*, *Machine learning* (algoritma YOLO dan Tesseract OCR), Framework Flutter, layanan API menggunakan FastAPI, dan pemodelan sistem menggunakan UML.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tahapan dan prosedur pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) model *Waterfall*, serta penjelasan mengenai metode pengumpulan data yang mencakup observasi lapangan dan wawancara.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas analisis kebutuhan sistem secara spesifik, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak. Selain itu, bab ini juga menguraikan perancangan sistem secara detail menggunakan Unified Modeling Language (UML) seperti *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan *class diagram*, beserta rancangan antarmuka pengguna (UI/UX) dan struktur basis data.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi dari arsitektur perangkat lunak yang telah dibangun, yaitu aplikasi *mobile* berbasis Flutter dan *back-end* berbasis FastAPI yang terintegrasi dengan perangkat keras. Bab ini juga memuat tahapan pengujian sistem (seperti Black-Box Testing dan Pengujian API) serta pembahasan mengenai keberhasilan mekanisme validasi ganda (*dual-validation*) dalam menjawab rumusan masalah.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup yang berisi kesimpulan akhir yang ditarik dari hasil analisis, perancangan, dan pengujian sistem yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga memberikan saran-saran konstruktif yang dapat digunakan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem parkir cerdas ini di masa mendatang.