

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini menjelaskan secara umum mengenai topik yang akan dibahas dalam penelitian ini. Bagian ini mencakup beberapa aspek penting, yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

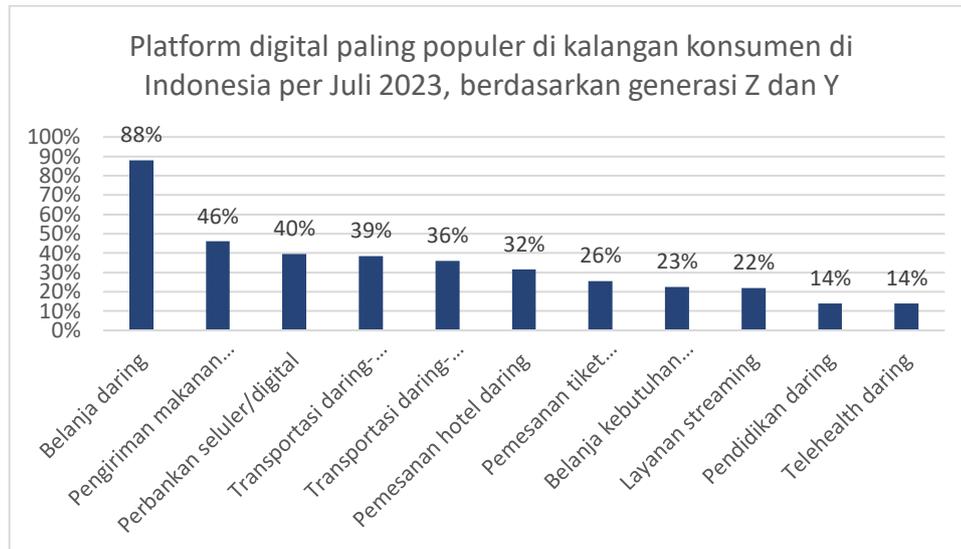
I.1 Latar Belakang

Tel-U Coffee, sebagai salah satu unit usaha makanan dan minuman di lingkungan Telkom University, hingga saat ini belum memiliki sistem layanan pengantaran kepada pelanggan. Seluruh aktivitas pemesanan dilakukan secara langsung di lokasi, dengan pilihan layanan terbatas pada makan di tempat (*dine-in*) dan bawa pulang (*take-away*). Kondisi ini menyebabkan jangkauan layanan terbatas pada pelanggan yang hadir secara fisik, serta belum memungkinkan perluasan distribusi produk ke area di luar gerai. Di samping itu, proses pelayanan masih sepenuhnya bergantung pada interaksi manual antara pelanggan dan admin yang sekaligus merangkap sebagai barista, tanpa dukungan sistem digital untuk pemesanan, pelacakan, maupun pengiriman.

Melalui kegiatan *Forum Group Discussion* (FGD) yang dilakukan bersama pihak Tel-U Coffee, diperoleh kebutuhan nyata akan sistem pengantaran yang mampu mempercepat proses pemesanan, mengurangi ketergantungan pada layanan konvensional, dan memungkinkan pemantauan status pengiriman secara langsung oleh pihak admin maupun pelanggan. Hal ini selaras dengan karakteristik pelanggan yang sebagian besar merupakan civitas akademika yang aktif dan cenderung membutuhkan layanan yang fleksibel serta berbasis teknologi.

Di sisi lain, perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 mendorong penerapan teknologi digital dan otomatisasi yang telah menjadi elemen penting dalam meningkatkan efisiensi di berbagai bidang (Vyawhare & Karad, 2021). Suatu survei dilakukan pada tahun 2023 oleh Statista (www.statista.com) untuk mengetahui platform digital paling populer yang digunakan oleh konsumen di Indonesia yang berasal dari kalangan generasi Z dan generasi Y. Hasil survei tersebut tersaji pada Gambar I-1 di mana mayoritas konsumen di Indonesia menunjukkan preferensi yang kuat terhadap penggunaan *platform online* untuk

belanja daring yaitu sebesar 88% dan layanan pengiriman makanan sebesar 46% dari seluruh responden. Tren ini mengindikasikan peningkatan permintaan terhadap layanan pengiriman yang cepat dan efisien.



Gambar I-1. Penggunaan *platform digital* di Indonesia

Sementara itu, berdasarkan penelitian Putri dkk. (2023) terdapat 32,2% komentar di *platform* media sosial X menunjukkan sentimen negatif yang berkaitan dengan keluhan konsumen terhadap ketidakpuasan layanan *driver*, tingginya biaya pengiriman, masalah jaringan, serta kesulitan dalam proses pemesanan makanan secara *online*.

Salah satu inovasi yang semakin berkembang untuk mendukung kebutuhan layanan pengiriman adalah penggunaan *drone* untuk pengiriman logistik (Benarbia & Kyamakya, 2022). Akan tetapi, dalam implementasinya, sistem pengiriman menggunakan *drone* masih menghadapi tantangan teknis, salah satunya adalah keterbatasan daya tahan baterai yang dapat membatasi keberlangsungan operasional misi dalam durasi tertentu (Raivi dkk., 2023). Selain itu, banyak sistem *drone* yang belum terintegrasi secara efektif dengan sistem manajemen pengiriman yang dinamis dan berbasis *data real-time*, sehingga menyulitkan penjadwalan terintegrasi dan perencanaan rute yang adaptif (Hong dkk., 2023).

Penggunaan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengumpulan dan pemrosesan data secara *real-time*, memberikan wawasan yang lebih baik kepada pengguna

mengenai berbagai parameter dalam manajemen *smart city*. Arsitektur perangkat lunak berlapis dan berbasis layanan pada IoT membantu dalam pengelolaan komponen dan layanan, memungkinkan integrasi data dari berbagai sumber untuk menjaga kelancaran operasional dalam penerapan *smart city* (Gavrilović & Mishra, 2021).

Mission Planner merupakan salah satu perangkat lunak *Ground Control Station* (GCS) *open-source* yang banyak digunakan dalam komunitas *drone* untuk merancang, memantau, dan mengendalikan misi penerbangan secara otomatis. Dengan kemampuan mendefinisikan *waypoint*, mengawasi status *drone*, dan mengeksekusi berbagai tugas penerbangan, Mission Planner menjadi platform penting dalam sistem pengendali darat. Namun, secara *default*, perangkat lunak ini belum mendukung integrasi langsung dengan *database cloud* secara *real-time* (Ardupilot, 2024). Keterbatasan ini membatasi kemampuan sistem dalam menyesuaikan perintah secara dinamis berdasarkan status terbaru selama misi berlangsung.

Beberapa penelitian relevan sebelumnya telah dilakukan seperti pada Abosuliman & Almagrabi (2021) yang telah mengembangkan pengiriman *drone* yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi potensial untuk meningkatkan sistem manajemen pengiriman logistik secara keseluruhan. Selain itu, Miranda dkk. (2022) dalam penelitiannya juga memanfaatkan sensor GPS dan optimalisasi rute penerbangan mampu memberikan navigasi yang lebih presisi dan efisien, serta memungkinkan pemantauan dan pengambilan keputusan secara *real-time*. Penelitian Lai dkk. (2023) telah berhasil membuktikan bahwa sistem *monitoring drone* secara *real-time* dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi penerbangan.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas dan temuan-temuan dari penelitian sebelumnya serta hasil identifikasi kebutuhan nyata dari Tel-U Coffee, penelitian tugas akhir ini diarahkan untuk menjawab permasalahan utama berupa belum tersedianya sistem pengiriman logistik berbasis *drone* yang terintegrasi dengan data *real-time* secara penuh, yang menyebabkan keterbatasan dalam pemantauan status pengiriman dan pengambilan keputusan dinamis selama misi berlangsung. Di

samping itu, keterbatasan daya tahan baterai pada *drone* juga menuntut adanya mekanisme optimalisasi rute untuk meminimalkan konsumsi energi dan mempercepat proses pengiriman. Mission Planner, sebagai perangkat lunak GCS *open-source* yang banyak digunakan dalam komunitas *drone*, menawarkan fitur perencanaan dan pengendalian misi penerbangan secara otomatis, namun belum mendukung integrasi *native* dengan layanan *cloud* atau eksekusi berbasis status misi secara waktu nyata. Untuk menjawab *gap* ini, penelitian ini mengembangkan sistem yang mengintegrasikan Mission Planner dengan Firebase Firestore Database dan protokol komunikasi MAVProxy sebagai solusi teknis. Sistem ini diharapkan mampu memungkinkan pemantauan status pengiriman secara langsung, pengambilan keputusan berbasis data *cloud*, serta pengoptimalan rute pengiriman, sehingga mampu meningkatkan efisiensi operasional dan fleksibilitas sistem pengiriman logistik berbasis *drone semi-autonomous* secara keseluruhan. Selain itu, Pengembangan ini diharapkan dapat memperluas cakupan layanan Tel-U Coffee ke luar area gerai, mendukung proses pengiriman yang lebih cepat dan responsif, serta menjadi rujukan bagi penerapan teknologi serupa di sektor usaha mikro lainnya yang ingin bertransformasi secara digital dalam sistem layanan pengantaran.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan integrasi data *real-time* antara Mission Planner dan layanan *cloud* untuk memungkinkan pemantauan status pengiriman *drone* secara langsung dan adaptif?
2. Bagaimana membangun alur kerja otomatis pada Mission Planner sehingga dapat memberikan perintah ke *drone* secara dinamis, menyesuaikan setiap aksi *drone* dengan data status terbaru yang terdapat pada *database* secara *real-time* selama proses pengiriman berlangsung?
3. Bagaimana merancang dan menerapkan mekanisme optimalisasi rute berbasis data yang dapat mengurangi waktu tempuh dan konsumsi energi *drone*, meskipun implementasinya dilakukan melalui modul eksternal?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

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

1. Merancang dan mengimplementasikan integrasi data *real-time* antara Firestore Database dan Mission Planner, sehingga status, telemetri, serta perintah misi *drone* dapat diperbarui dan dipantau secara langsung melalui sistem *monitoring cloud* serta dapat digunakan sebagai acuan kendali misi pada Mission Planner.
2. Membangun dan menerapkan alur kerja otomatisasi pada Mission Planner sehingga sistem dapat membaca data *real-time* dari *database* dan secara otomatis mengirimkan perintah-perintah utama seperti penggantian status misi, pengaktifan aktuator, atau perintah kembali ke *base* kepada *drone* selama misi berjalan, tanpa intervensi manual operator.
3. Mengembangkan serta menerapkan algoritma optimalisasi rute penerbangan otomatis dalam bentuk *script* eksternal yang terhubung ke Mission Planner, sehingga urutan *waypoint* pengiriman logistik dapat dihitung secara otomatis berdasarkan *input* data lokasi, serta hasil optimasi dapat digunakan pada misi pengiriman *drone*.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi masyarakat:
 - a. Mempercepat waktu pengiriman logistik dan meningkatkan pengalaman pelanggan dalam menggunakan layanan logistik berbasis *drone semi-autonomous*.
 - b. Mengurangi biaya pengiriman untuk konsumen dengan optimalisasi rute yang lebih efisien.
2. Bagi industri logistik:
 - a. Meningkatkan efisiensi waktu operasional perusahaan logistik dengan menggunakan *drone semi-autonomous*.
 - b. Mengurangi biaya operasional melalui penerapan teknologi otomatis dan sistem pengiriman berbasis *drone semi-autonomous*.

3. Bagi penulis selanjutnya:
 - a. Memberikan dasar penelitian mengenai sistem pengiriman logistik berbasis *drone* yang dapat dikembangkan lebih lanjut, baik dari aspek teknis maupun penerapannya di lapangan.
 - b. Membuka peluang untuk melakukan penelitian lebih mendalam terkait dengan integrasi teknologi baru seperti *artificial intelligence* (AI) dan *machine learning* dalam optimalisasi rute dan pengambilan keputusan.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Penelitian ini akan difokuskan pada pengembangan sistem komunikasi dan navigasi *drone* dalam konteks pengiriman logistik berupa makanan dan minuman di lingkungan gedung Telkom University dengan implementasi pada kafe Tel-U Coffee. Adapun batasan penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengembangan dan modifikasi perangkat keras *drone* bukan merupakan fokus utama penelitian ini. Sistem dikembangkan menggunakan platform *drone*, sensor, dan komponen elektronik yang sudah tersedia secara umum. Implementasi diarahkan pada integrasi sistem perangkat lunak, komunikasi data, dan kendali misi.
2. Optimalisasi rute yang dikembangkan tidak memperhitungkan faktor cuaca, rintangan fisik di lapangan (seperti pohon atau bangunan), kondisi medan, maupun variabel eksternal lainnya. Penentuan rute hanya didasarkan pada data koordinat GPS, parameter ketinggian, dan lokasi *waypoint* stasiun pengiriman.
3. Optimalisasi rute penerbangan diimplementasikan melalui *script* eksternal terpisah (di luar platform Mission Planner), dan hasil perhitungan rute (*waypoint*) digunakan sebagai acuan dalam penentuan jalur misi pengiriman pada Mission Planner. Dengan kata lain, tidak dilakukan integrasi *built-in* algoritma optimasi rute ke dalam *software* Mission Planner.
4. Perangkat *drone* yang digunakan dalam penelitian ini hanya mendukung pengiriman logistik ke satu titik tujuan dalam satu kali misi penerbangan. Oleh karena itu, skenario dan algoritma yang dikembangkan difokuskan untuk optimalisasi rute satu arah (*single-destination*), bukan untuk misi *multipoint delivery*.

5. Seluruh pengujian, validasi, dan demonstrasi sistem dilakukan pada skala terbatas di lingkungan kampus dan hanya untuk pengiriman makanan/minuman. Aspek keamanan data, proteksi komunikasi, serta integrasi dengan sistem pihak ketiga (misal: *payment gateway*, notifikasi pelanggan) tidak menjadi cakupan dalam penelitian ini.

I.6 Sistematika laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dirancang untuk membawa pembaca secara bertahap dari pemahaman terhadap konteks dan urgensi penelitian, hingga pada solusi teknis, hasil validasi, dan implikasi sistem pengiriman logistik berbasis *drone semi-autonomous* yang dikembangkan. Setiap bab disusun saling berkesinambungan untuk memperjelas proses identifikasi masalah, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem yang dilakukan. Berikut penjelasan detail setiap bab pada penelitian ini :

1. Bab I – Pendahuluan

Bab ini memuat uraian latar belakang yang mendasari pentingnya pengembangan sistem pengiriman logistik berbasis *drone*, rumusan masalah yang diangkat, tujuan dan manfaat penelitian, batasan serta asumsi penelitian, dan gambaran sistematika penulisan secara menyeluruh. Bab ini berperan membangun pondasi logika serta urgensi dari penelitian.

2. Bab II – Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori, prinsip, serta penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar pengembangan sistem. Di dalamnya dibahas konsep *Internet of Things (IoT)*, *drone logistics*, optimasi rute penerbangan, integrasi data *real-time*, serta metode pengembangan *prototyping* yang dipilih. Penjelasan teori dirangkai untuk mendukung pemilihan solusi dan metodologi pada bab berikutnya.

3. Bab III – Metodologi Penelitian

Bab ini mendeskripsikan metode dan prosedur sistematis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Termasuk di dalamnya penjelasan langkah-langkah sistematika penyelesaian masalah, teknik pengumpulan data kebutuhan sistem, perancangan, implementasi, dan pengujian modul. Alur

penelitian di bab ini menunjukkan bagaimana tahapan perancangan hingga pengujian dilakukan secara iteratif dan terstruktur.

4. Bab IV – Penyelesaian Masalah

Bab ini berisi uraian komprehensif tentang proses perancangan arsitektur sistem, analisis kebutuhan, desain integrasi data *real-time*, pengembangan modul optimalisasi rute, serta implementasi alur kerja otomatisasi *command* pada Mission Planner. Bab ini menampilkan solusi teknis secara rinci, mencakup penjelasan algoritma, struktur komunikasi data, dan cara sistem diintegrasikan baik secara *hardware* maupun *software*.

5. Bab V – Validasi, Analisis Hasil, dan Implikasi

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem baik secara fungsional maupun performa komunikasi *real-time*, evaluasi alur kerja otomatisasi, serta validasi keandalan optimalisasi rute. Analisis hasil disusun untuk menilai keunggulan dan keterbatasan sistem, serta membahas implikasi penerapan solusi dalam konteks operasional pengiriman logistik berbasis *drone*.

6. Bab VI – Kesimpulan dan Saran

Bab penutup ini memuat rangkuman pencapaian utama penelitian, kesimpulan atas hasil implementasi dan pengujian sistem, serta saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan. Bab ini menghubungkan seluruh proses dan temuan yang telah dibahas, memberikan rekomendasi strategis maupun teknis sebagai acuan riset atau implementasi berikutnya.