

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan berisikan tentang gambaran umum tentang *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam era industri modern, yang berfokus pada aplikasi UAV dalam industri perawatan dan pembersihan dinding luar gedung yang berada di Indonesia. Hal tersebut melatar belakangi perancangan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sebagai pengganti metode membersihkan dinding luar gedung secara konvensional yang memanfaatkan tenaga manusia. Selain itu pada bab ini juga berisi tentang rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika laporan yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

1.1 Latar Belakang

Perawatan dan pembersihan dinding luar gedung merupakan hal penting dalam manajemen pemeliharaan sebuah bangunan, terutama untuk gedung-gedung bertingkat tinggi atau pencakar langit. Dinding luar yang bersih tidak hanya meningkatkan estetika secara visual, tetapi juga mempertahankan nilai struktur dan mencegah kerusakan lebih lanjut akibat polusi, jamur, atau kotoran yang menempel. Cara konvensional dalam melakukan pembersihan dinding luar menggunakan metode *industrial rope access*, *scaffolding*, atau *platform* bergerak (*elevating work platforms*), yang memiliki kendala berupa biaya tinggi, risiko keselamatan pekerja, dan waktu yang lama untuk penyelesaian pekerjaan.

Dinding luar bangunan khususnya elemen kaca merupakan bagian selubung bangunan yang berperan penting dalam melindungi struktur dari pengaruh

lingkungan sekaligus mendukung kinerja teknis bangunan. Paparan polusi, debu, dan kondisi iklim tertentu seperti curah hujan yang rendah dapat mempercepat terjadinya degradasi material apabila tidak disertai dengan program pemeliharaan yang memadai. Pemeliharaan dinding luar bangunan, termasuk permukaan kaca, merupakan tugas teknis penting untuk memastikan elemen bangunan tetap berfungsi sesuai perancangannya serta mencegah kerusakan dini akibat pengaruh dari lingkungan.

Dalam praktik pemeliharaan dinding luar gedung secara konvensional, durasi pemeliharaan bangunan bertingkat menengah seperti gedung dua lantai, umumnya membutuhkan waktu pengerjaan hingga satu minggu, tergantung pada kondisi akses dan tingkat kontaminasi permukaan dinding luar. Dalam menjawab tantangan tersebut, teknologi sistem udara nirawak atau *Unmanned Aerial Vehicle* dinilai menjadi solusi yang potensial.

Seiring dengan perkembangan teknologi robotika dan sistem udara nirawak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), pemanfaatan teknologi UAV mulai bergeser dari sekedar alat inspeksi visual dan fotografi menjadi wahana yang mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Penggunaan teknologi UAV untuk tugas pembersihan dinding luar gedung (*facade*) dengan mengandalkan air bertekanan tinggi yang dihubungkan dengan *frame* dinilai sebagai solusi alternatif yang paling rasional karena mampu menjangkau area fasad yang sulit diakses, meminimalisir keterlibatan manusia di area berisiko tinggi (*zero man at risk*), dan meningkatkan efisiensi waktu pembersihan. Namun tantangan dalam mengintegrasikan sistem penyemprotan ke dalam wahana terbang menghadirkan tantangan mekanis dan aerodinamis yang kompleks, terutama penambahan beban (*payload*) cairan dan

efek gaya tolak (*recoil*) dari tekanan *nozzle* penyemprot yang dapat mengganggu stabilitas terbang wahana.

Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya mengembangkan sistem *drone* untuk keperluan pembersihan dinding luar gedung, namun masih menyisakan ruang untuk optimasi. Sebagai contoh, penelitian oleh (Melgarejo and Furukawa, 2022) mengusulkan rancang bangun *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) khusus untuk pembersihan fasad gedung dengan metode *pressure washing*. Penelitian ini menggarisbawahi tantangan mekanis yang signifikan, di mana gaya tolak (*recoil*) dari tekanan air *nozzle* penyemprot sangat memengaruhi stabilitas wahana. Kendati inovasi sumber daya telah dilakukan, manajemen *center of gravity* dan stabilitas aerodinamis saat menahan gaya *recoil* tersebut masih menjadi area krusial yang perlu disempurnakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana perancangan sistem penyemprot yang terintegrasi dengan UAV *Quadcopter* untuk pembersihan dan pemeliharaan dinding luar gedung?
2. Bagaimana mengidentifikasi gaya-gaya mekanik pada UAV *Quadcopter* saat beroperasi, meliputi gaya berat total (*total weight*), gaya angkat rotor (*thrust*), dan gaya reaksi (*kickback force*)?
3. Bagaimana mengevaluasi tingkat persentase kebersihan fasad pasca-penyemprotan secara terukur dan objektif menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada proyek akhir ini :

1. Rancang bangun UAV secara spesifik menggunakan konfigurasi *quadcopter* dengan total berat *drone* dan beban angkat (*payload*) sebesar 6 Kg.
2. Pompa air yang digunakan ditempatkan secara statis di darat sehingga wahana hanya menanggung beban operasional berupa komponen elektrik, *nozzle*, rod penyemprot, dan selang air yang menggantung.
3. Penelitian ini tidak membahas atau merancang sistem kendali stabilitas terbang otomatis, seperti *tuning* PID untuk kompensasi sudut *pitch* terhadap gaya reaksi semburan air sebagai prototipe awal.
4. Instrumen *Quality Control* untuk memvalidasi keberhasilan pembersihan fasad dibatasi pada penggunaan perangkat lunak hibrida, yang memadukan model klasifikasi arsitektur EfficientNetb0 dan algoritma ekstraksi fitur *Otsu Thresholding*.
5. Implementasi model *computer vision* dibatasi hanya pada tahap evaluasi hasil pembersihan yang diproses melalui komputer *ground station*, sehingga penelitian ini tidak mencakup pengembangan sistem navigasi dan kendali terbang otonom (*autonomous flight control*) pada UAV saat mengeksekusi misi penyemprotan.
6. *Flight time* minimal 10 menit sebagai prototipe.
7. Kemampuan terbang terbatas pada ketinggian 8 meter sebagai prototipe.
8. Kemampuan pembersihan dibatasi pada permukaan dinding berbahan kaca.

1.4 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini :

1. Merancang sistem UAV *quadcopter* yang mampu mempertahankan kestabilan *hovering* pada kondisi tanpa dan dengan penyemprotan..
2. Mengintegrasikan sistem nozzle semprot ke dalam *platform* UAV tanpa mengorbankan kestabilan penerbangan.
3. Mengembangkan sistem evaluasi berbasis citra untuk mengukur efisiensi pembersihan secara kuantitatif.
4. Menghasilkan prototipe dan melakukan uji fungsi kemampuan UAV dalam membersihkan permukaan kaca.

1.5 Luaran

Luaran dari proyek akhir ini :

1. Laporan Proyek Akhir
2. Prototipe
3. Hak Kekayaan Intelektual

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Agar pembahasan dalam laporan proyek akhir terarah dan fokus terhadap penyelesaian masalah, penulis menyusun laporan ini ke dalam lima bab yang berkesinambungan. Laporan proyek akhir diawali dengan Bab 1 Pendahuluan yang memaparkan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan. Selanjutnya, landasan teori yang mendukung pemecahan masalah diuraikan secara komprehensif pada Bab 2

Tinjauan Pustaka yang mencakup penjelasan mengenai konsep UAV, arsitektur sistem pada UAV, serta perhitungan yang berkaitan dengan rancangan desain.

Langkah-langkah operasional penyelesaian masalah kemudian dijelaskan pada Bab 3 Metodologi. Bab ini memuat tahapan pelaksanaan proyek dari awal hingga akhir yang direpresentasikan secara visual melalui diagram alir. Setelah metode diterapkan, hasil dari perancangan dan pengolahan data disajikan pada Bab 4 Hasil dan Pembahasan. Pada bagian ini, data yang telah diolah akan dianalisis dan dikomparasikan dengan studi literatur serta penelitian sebelumnya. Sebagai penutup, Bab 5 Kesimpulan dan Saran akan merangkum keseluruhan hasil yang diperoleh dari proyek akhir ini, sekaligus memberikan rekomendasi yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.