

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. Melatar belakangi perancangan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sebagai pengganti metode membersihkan dinding luar gedung secara konvensional yang memanfaatkan tenaga manusia. Batasan ruang lingkup penelitian difokuskan pada perancangan *frame drone* melalui proses fabrikasi dan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA). *Frame* merupakan komponen fundamental yang menopang seluruh beban struktural selama operasi. Melalui simulasi dan perhitungan, dapat diidentifikasi secara akurat sebelum fabrikasi dilakukan, sehingga menghasilkan desain yang optimal, aman, dan aplikatif untuk industri perawatan gedung di Indonesia. 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.

Metode pembersihan yang saat ini masih menggunakan metode konvensional dengan tenaga manusia yang memiliki keterbatasan waktu pengerjaan, keselamatan, dan biaya operasional yang cukup tinggi. Dalam praktik pemeliharaan dinding luar gedung secara konvensional, durasi pemeliharaan bangunan bertingkat menengah seperti gedung tiga lantai, umumnya membutuhkan waktu pengerjaan hingga satu minggu, tergantung pada kondisi akses dan tingkat kontaminasi permukaan dinding luar.

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau *drone* adalah wahana atau alat yang menjadi peluang untuk menutupi dari kekurangan-kekurangan dari metode konvensional. *Unmanned Aerial Vehicle* menawarkan berbagai keunggulan seperti jangkauan area, mempercepat waktu respon, dan efisiensi tenaga.

Dalam *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), *frame* atau rangka memiliki peran

yang sangat penting dan fundamental. *Frame* sendiri memiliki fungsi sebagai pondasi utama dalam menopang dan pengikat keseluruhan komponen dan sistem, termasuk *flight controller*, sistem propulsi, kamera, dan unit *telemetry*. Keberhasilan dalam operasi UAV dilokasi pembersihan dinding luar sangat bergantung pada desain *frame* yang memenuhi berbagai aspek dalam seperti kekuatan, efisiensi daya baterai, daya angkut, dan fleksibel.

Dengan pentingnya peran *frame* sebagai stuktur utama dalam menentukan kestabilan, kekuatan, dan kemampuan intergrasi antar sistem pada *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), maka judul tugas akhir ini difokuskan pada rancang bangun *frame drone* untuk aplikasi pembersihan dinding luar gedung bertingkat. Oleh karena itu, proyek akhir ini bermaksud untuk mengisi celah anatar aspek mekanik/struktural UAV dengan kebutuhan sistem cerdas.

Beberapa penelitian terdahulu juga menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) dengan alur yang relatif seragam, yaitu dimulai dari pemodelan CAD, penentuan properti material, penerapan skenario pembebanan yang merepresentasikan kondisi operasi, hingga evaluasi hasil berupa tegangan *von Mises*, deformasi, dan faktor keamanan. Penelitian oleh (Al-hadithi, 2025) merancang *frame quadcopter* berbobot <250 gram berbahan PETG dan melakukan analisis statis serta *nonlinear transient* FEM yang divalidasi melalui uji statis dan uji terbang. Beberapa skenario yang dianalisis meliputi *hovering flight*, pembebanan maksimum *motor thrust* (10,4 G), tumbukan lateral pada ujung lengan (40 km/jam), *nonlinear transient* saat lepas landas, serta simulasi manuver *forward flight* dengan *pitch-moment*. Hasil menunjukkan bahwa model *assembled arm* menghasilkan tegangan dan deformasi lebih rendah dibanding model teoritis *simplified beam*, dengan selisih analisis dan

simulasi pada manuver dinamis relatif kecil ($<10\%$), sehingga pendekatan FEM dinilai mampu merepresentasikan respons struktural *frame* secara cukup akurat pada berbagai kondisi operasional.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang dan memfabrikasi *frame quadcopter* berbahan PETG dan carbon tube yang mampu memenuhi spesifikasi *quadcopter* yang memiliki MTOW 5-6 kg untuk aplikasi pembersihan gedung 2 lantai ?.
2. Bagaimana mengintegrasikan berbagai sistem propulsi, sistem kendali, sistem komunikasi, sistem pembersih, dan sistem pemantauan hingga menjadi *quadcopter* siap terbang ?.
3. Bagaimana hasil perbandingan antara *design frame model 1* dengan *frame model 2* dari segi simulasi dan uji penerbangan?.
4. Bagaimana hasil uji terbang *quadcopter* dengan berbagai skenario?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada proyek akhir ini :

1. *Frame drone* dirancang dengan konfigurasi *quadcopter* (4 lengan)
2. Analisis simulasi FEA diterapkan pada kondisi pada saat *quadcopter* : (a) *Static hovering*, (b) *Static full thrust*, (c) *transient full thrust*, (d) *explicit dynamic impact at lip bracket*.
3. Material yang digunakan pada *frame quadcopter* adalah material PETG dengan

menggunakan mesin 3d *printer* dengan *infill* 100% dan lengan menggunakan *Carbon Tube* OD 22mm ID 18mm.

4. Terdapat dua model geometri *frame* yang disimulasikan sebagai opsi desain yang akan dibandingkan.
5. Simulasi FEA dilakukan terhadap model geometri menggunakan *software* ANSYS.
6. Permodelan 3D dilakukan dengan menggunakan *software* SolidWorks.
7. Variabel lingkungan seperti kecepatan angin, temperatur lingkungan tidak akan menjadi pertimbangan dalam penelitian ini.
8. Penelitian terfokus pada pembersihan dinding luar gedung berbahan kaca.
9. Kemampuan terbang drone terbatas pada penggunaan gedung setinggi dua lantai (± 8 meter)

1.4 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini :

1. Merancang dan membangun *frame quadcopter* untuk aplikasi pembersih dinding luar gedung dua lantai (estimasi 8m)
2. Mengintegrasikan semua komponen sistem kendali dan navigasi, sistem daya, dan sistem *payload*.
3. Menguji, membandingkan, dan menganalisis *frame quadcopter* menggunakan metode simulasi FEA.
4. Menganalisis kemampuan *frame quadcopter* dalam uji penerbangan.

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 ini tetap terarah dan fokus terhadap permasalahan tanpa melebar ke topik lain, penulis menyusun sistematika yang terdiri dari lima bab, untuk memenuhi kaidah penulisan ilmiah, laporan ini disajikan secara berurutan mulai dari bab : (i) pendahuluan, (ii) tinjauan pustaka, (iii) metodologi, (iv) hasil dan pembahasan, dan (v) kesimpulan dan saran, yang dinyatakan sebagai Bab 1, Bab 2, Bab 3, Bab 4, dan Bab 5. Isinya setiap bab diuraikan berikut ini.

1. Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, luaran, dan sistematika penulisan laporan. Latar belakang berisikan kondisi yang mendasari solusi dari permasalahan yang diangkat sebagai judul.

2. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang paparan teori-teori pendukung, pengertian-pengertian dari quadcopter, *frame*, konsep dasar, material, rumus perhitungan, simulasi, serta test yang akan dilakukan.

3. Metodologi

Metodologi yang dimaksud adalah tahapan dan cara-cara pelaksanaan yang

ditempuh untuk menyelesaikan proyek akhir mulai dari awal hingga akhir, yang digambarkan dalam suatu diagram alir.

4. Hasil dan Pembahasan

Bab ini memaparkan hasil dari studi literatur, perancangan, simulasi yang telah dilakukan oleh penulis. Data yang diperoleh kemudian akan diolah dan dibandingkan studi literatur.

4. Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyampaikan tentang kesimpulan dari hasil yang didapat di kegiatan proyek akhir. Pada bab ini juga memuat saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut.