

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) atau drone semakin luas diterapkan dalam pengiriman barang ke daerah terpencil yang sulit dijangkau transportasi konvensional (Chen et al., 2021). Salah satu aplikasinya adalah pengiriman bantuan medis (P3K) ke wilayah hutan, di mana akses jalur darat terbatas dan banyak tertutup oleh pepohonan.

Pada kondisi medan seperti itu, metode *drop* menjadi solusi yang paling memungkinkan dibandingkan metode *tether*, *parachute*, atau *dock* (Bruni et al., 2023). Dengan metode *drop*, *drone* tidak perlu mendarat atau berhenti, sehingga mengurangi risiko tersangkut pada pepohonan. Namun, metode ini menimbulkan tantangan baru, yaitu risiko kerusakan pada isi kontainer akibat benturan saat menyentuh tanah.

Oleh karena itu, diperlukan kontainer dengan desain yang mampu melindungi isi P3K dari benturan, sekaligus tetap mempertahankan efisiensi aerodinamika saat *drone* terbang. Berdasarkan hasil simulasi aerodinamika yang telah dilakukan, bentuk kapsul dipilih karena menghasilkan hambatan udara paling rendah dibandingkan bentuk lainnya. Bentuk kapsul memiliki kestabilan aerodinamis yang baik, sehingga meminimalkan tambahan beban kerja *drone* saat terbang. Hasil simulasi aerodinamika untuk desain kapsul ditunjukkan pada Tabel 1-1.



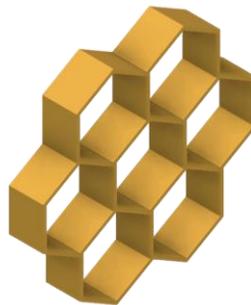
Gambar I-1. Desain Kontainer Kapsul

Tabel I-1. Hasil Simulasi Aerodinamis Desain kontainer Kapsul

Kecepatan (Km/j)	Tekanan Minimum (Pa)	Tekanan Maximum (Pa)	Perbedaan Tekanan (Pa)
20	147,235,287	147,317,339	82,052
40	147,084,225	147,412,530	328,305
60	146,832,192	147,571,279	739,087
80	146,479,037	147,793,642	1,314,605
100	146,024,970	148,079,978	2,055,008
120	145,467,528	148,430,121	2,962,593
140	144,808,727	148,844,730	4,036,003
160	144,128,976	149,334,436	5,205,460
180	143,283,829	149,880,978	6,597,149
200	142,336,704	150,493,229	8,156,525
220	141,273,526	151,173,261	9,899,735
240	140,118,419	151,917,187	11,798,768

Hasil simulasi pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa bentuk kapsul memiliki stabilitas aerodinamis yang baik dengan perbedaan tekanan yang relatif rendah pada berbagai kecepatan. Oleh karena itu, bentuk kapsul dipilih sebagai desain utama kontainer dalam penelitian ini.

Selain memperhatikan bentuk luarnya, struktur internal kontainer juga berperan penting dalam melindungi isi dari benturan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah menerapkan struktur *honeycomb*, yang terinspirasi dari konsep biomimikri. *Honeycomb* dikenal mampu menyerap energi tumbukan secara efisien karena struktur selnya yang berulang dan merata (Mohammadi et al., 2023a). (Qiu et al., 2018) menegaskan bahwa struktur multisel seperti *honeycomb* mampu meredam energi lebih baik dibandingkan sel tunggal, berkat interaksi antar dinding sel yang efektif mendistribusikan gaya benturan.



Gambar I-2. Struktur *Honeycomb*

Agar sesuai dengan kontur kapsul, struktur *honeycomb* perlu dimodifikasi sehingga dapat menyatu dengan dinding kontainer tanpa mengurangi efektivitas penyerapannya. Struktur ini ditempatkan di antara dinding luar dan dalam kontainer untuk memaksimalkan proteksi.

Efektivitas desain kontainer kapsul dengan struktur *honeycomb* diuji melalui simulasi *drop test* menggunakan Autodesk Inventor dan Autodesk Nastran. Simulasi dilakukan dari ketinggian 45 meter, yang mewakili tinggi rata-rata kanopi hutan di Indonesia (Mohammadi et al., 2023a). Parameter yang dianalisis meliputi *displacement* dan *strain* untuk menilai sejauh mana struktur mampu meredam benturan.

Untuk menentukan kombinasi desain *honeycomb* terbaik, digunakan metode *Grey relational analysis* (GRA) sebagai pendekatan multirespon. Metode ini membantu mengevaluasi berbagai kombinasi desain dan ketebalan *honeycomb* untuk menentukan konfigurasi yang optimal dalam meredam benturan.

Namun, hingga saat ini kajian mengenai optimasi struktur *honeycomb* pada kontainer drone untuk aplikasi pengiriman P3K di medan hutan masih terbatas. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada desain *honeycomb* sebagai pelindung benturan secara umum, tanpa mempertimbangkan kombinasi antara bentuk kapsul yang aerodinamis dan variasi parameter struktur *honeycomb* seperti ketebalan serta jumlah sel. Selain itu, pengujian yang dilakukan sebagian besar masih berupa simulasi sederhana, tanpa melibatkan metode optimasi multirespon untuk menentukan konfigurasi terbaik.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk merancang kontainer P3K berbentuk kapsul yang tidak hanya stabil secara aerodinamis, tetapi juga optimal dalam meredam benturan saat dijatuhkan dari ketinggian. Dengan mengkombinasikan simulasi *drop test* dan metode *Grey relational analysis* (GRA), diharapkan diperoleh konfigurasi struktur *honeycomb* yang paling efektif dalam melindungi isi kontainer dari kerusakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengujian parameter desain *honeycomb* pada kontainer kapsul menggunakan simulasi numerik, sehingga dapat diketahui kombinasi desain yang menghasilkan performa protektif

terbaik. Penjabaran lebih lanjut mengenai permasalahan yang dikaji disajikan dalam rumusan masalah berikut.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah sel dan ketebalan struktur *honeycomb* terhadap *displacement* dan *strain* pada kontainer kapsul saat diuji menggunakan simulasi *drop test*?
2. Bagaimana menentukan kombinasi parameter desain *honeycomb* yang menghasilkan *displacement* dan *strain* terendah menggunakan metode *Grey relational analysis* (GRA)?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi jumlah sel dan ketebalan struktur *honeycomb* terhadap *displacement* dan *strain* pada kontainer kapsul melalui simulasi *drop test*.
2. Menentukan kombinasi parameter desain *honeycomb* yang optimal dalam menghasilkan *displacement* dan *strain* terendah menggunakan metode *Grey relational analysis* (GRA).

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapat dari pelaksanaan tugas akhir yaitu menghasilkan parameter ketebalan dana banyak *honeycomb* yang optimum pada desain kontainer kapsul.

I.5 Batasan Asumsi Tugas Akhir

Pada penelitian ini terdapat batasan asumsi tugas akhir untuk mefokuskan proses penelitian sesuai dengan tujuannya, diantaranya.

1. Penelitian yang dilakukan hanya sebatas simulasi

2. Kontainer dirancang untuk dapat mengalami kerusakan struktural selama proses benturan, dengan syarat bagian dalam tetap terlindungi dan tidak mengalami tekanan berlebih yang dapat merusak isinya.
3. Batas maksimum *strain* pada hasil simulasi adalah 200%, sesuai dengan kemampuan material PA12
4. Posisi jatuh kontainer vertikal
5. Ketinggian *drop test* ditetapkan sebesar 45 meter, mengacu pada rata-rata tinggi kanopi hutan di Indonesia.

I.6 Sistematika Tugas Akhir

Penyusunan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab yang berisi penjelasan setiap kegiatan dan aktivitas yang dilakukan selama penyusunan tugas akhir ini berlangsung. Penyusunan bab – bab ini bertujuan untuk membahas permasalahan secara sistematis dan spesifik pada setiap bab nya.

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang pembuatan kontainer yang mampu melindungi P3K dari benturan dengan pengaplikasian struktur *honeycomb*, sehingga pada bab ini dapat diketahui rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, dan sistematika tugas akhir

BAB II TINJAU PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan teori dan referensi untuk mendukung proses eksperimen pada pembuatan kompartemen. Pada bab ini juga akan menjelaskan terkait alasan penggunaan metode *Grey Relation Anylysis (GRA)*

BAB III METODOLOGI PENYELISAIAN MASALAH

Bab metodologi penyelesaian masalah menjelaskan langkah-langkah dalam mengolah data, menganalisis hasil, serta melakukan pengujian dengan metode yang dipilih. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan

solusi yang sesuai dengan rumusan masalah dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam proposal penelitian tugas akhir.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan langkah-langkah serta hasil dari seluruh proses pengolahan dan pengujian data dengan menggunakan metode yang dipilih, untuk menghasilkan solusi yang diusulkan.

BAB V ANALISIS

Bab validasi dan evaluasi berisi tentang proses validasi dari pengujian yang dilakukan untuk menguji kelayakan hasil penelitian terhadap masalah yang telah ditetapkan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran berisikan jawaban atas rumusan masalah serta menyajikan hasil dan ulasan terkait perbaikan rancangan yang telah dibuat.