

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Truk *refueller* adalah kendaraan pengisian Avtur/Jet A-1 yang beroperasi di Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) dengan kapasitas 12.000–32.000 liter (Venriza dkk., 2022; Venriza & Al Fayyadh, 2022). Konfigurasi *cab-over-engine* (COE) pada kendaraan ini menempatkan *footstep* pada posisi yang cukup tinggi dari tanah, menjadikan aktivitas naik-turun kabin sebagai sumber risiko tersendiri bagi operator. Tercatat, kejadian tergelincir dan jatuh menyumbang 27% kecelakaan truk dan menempati urutan kedua dalam tingkat keparahan cedera (Choi & Lee, 2015). Kondisi ini mendorong (Arkan & Ulkhaq, 2025) merancang *footstep adjustable* berbasis data antropometri operator menggunakan metode *House of Quality* (HOQ), namun desain yang dihasilkan belum diuji dari sisi kekuatan strukturalnya.

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kekuatan *footstep* umumnya terbatas pada kendaraan roda dua dengan pembebanan yang hanya mengasumsikan berat pengguna, tanpa acuan standar teknis yang terstandarisasi (Karohika dkk., 2024; Nafa Bangunmas dkk., 2022; Teguh Prasetyo dkk., 2024). Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengadopsi standar BS EN 14183:2003, yang menetapkan beban statis 2.600 N pada area 100 mm × 100 mm sebagai representasi kondisi beban ekstrem ((BS EN 14183:2003) Step Stools, 2003). Analisis kekuatan dilakukan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*/FEA) untuk mengevaluasi tegangan *Von Mises*, deformasi, dan faktor keamanan (*Factor of Safety*/FoS). Mengingat validasi struktural memerlukan penetapan material terlebih dahulu, pemilihan material optimal dari empat kandidat, Aluminium 6061-T6, AISI 1020, ASTM A36, dan AISI 304, dilakukan menggunakan metode AHP-TOPSIS. Apabila hasil evaluasi menunjukkan desain belum memenuhi syarat keamanan, optimasi geometri dilakukan sebagai langkah perbaikan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan skenario simulasi FEA yang paling representatif, memilih material konstruksi optimal, dan mengevaluasi kelayakan struktural serta melakukan optimasi geometri apabila diperlukan. Hasilnya diharapkan menjadi landasan teknis yang melengkapi aspek ergonomi dari penelitian sebelumnya untuk implementasi *footstep adjustable* yang aman pada truk *refueller*.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana respons kekuatan struktur desain *footstep* truk *refueller* terhadap tiga skenario pengujian yang berbeda berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*) menggunakan metode elemen hingga (*FEA*) dengan pembebanan mengacu pada standar BS EN 14183:2003, serta skenario pembebanan manakah yang paling kritis dan representatif untuk digunakan dalam analisis desain selanjutnya?
2. Bagaimana perbandingan performa empat material uji terhadap kekuatan struktur desain *footstep* truk *refueller* berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*) menggunakan metode elemen hingga (*FEA*) dengan pembebanan mengacu pada standar BS EN 14183:2003 pada skenario pembebanan yang direkomendasikan, serta material manakah yang memiliki performa paling baik untuk digunakan dalam analisis desain selanjutnya?
3. Apakah desain *footstep* truk *refueller* telah memenuhi persyaratan kekuatan struktur berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*) akibat pembebanan sesuai standar BS EN 14183:2003 yang diuji menggunakan skenario pembebanan dan material uji hasil rekomendasi, serta perbaikan desain apa yang diperlukan apabila hasil simulasi menunjukkan ketidaksesuaian terhadap persyaratan kekuatan struktur?

I.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, batasan masalah yang ditetapkan adalah:

1. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan struktur desain *footstep adjustable* pada truk *refueller* menggunakan pendekatan simulasi numerik dengan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) berbasis perangkat lunak SolidWorks 2022 dengan tiga skenario pengujian.
2. Model desain *footstep* yang dianalisis mengacu pada penelitian terdahulu (Arkan & Ulkhaq, 2025) yang telah dirancang secara ergonomis, kemudian dimodelkan ulang dengan CAD SolidWorks 2022.
3. Variasi geometri lubang baut tidak termasuk dalam lingkup analisis. Desain dianalisis sesuai spesifikasi dari penelitian terdahulu sebagai kondisi awal.
4. Pembebanan yang digunakan dalam simulasi mengacu pada standar EN 14183:2003, yaitu pembebanan statik vertikal sebesar 2600 N pada area 100 mm × 100 mm.
5. Analisis yang dilakukan hanya mencakup tiga parameter utama yaitu tegangan maksimum (*Von Mises stress*), deformasi total, dan faktor keamanan (*factor of safety / FoS*).
6. Material yang digunakan dalam simulasi bervariasi pada material Aluminium Alloy 6061-T6, AISI 1020, AISI 304, dan ASTM A36.
7. Penentuan material optimal dilakukan menggunakan metode AHP-TOPSIS dengan kriteria *Von Mises*, *Displacement*, *FoS*, dan harga material.

I.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dan membandingkan respons kekuatan struktur desain *footstep* truk *refueller* terhadap tiga skenario pengujian yang berbeda berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*factor of safety*) menggunakan metode elemen hingga (*FEA*) dengan pembebanan mengacu pada standar BS EN 14183:2003, untuk menentukan

skenario pembebanan yang paling kritis dan representatif untuk digunakan dalam analisis desain selanjutnya.

2. Menganalisis dan membandingkan performa empat material uji terhadap kekuatan struktur desain *footstep* truk refueller berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*factor of safety*) menggunakan metode elemen hingga (*FEA*) dengan pembebanan mengacu pada standar BS EN 14183:2003 pada skenario pembebanan yang direkomendasikan, untuk menentukan material yang akan digunakan dalam analisis desain selanjutnya.
3. Menganalisis kesesuaian desain *footstep* truk refueller terhadap persyaratan kekuatan struktur berdasarkan parameter tegangan (*Von Mises*), deformasi (*Displacement*), dan faktor keamanan (*Factor of safety*) akibat pembebanan sesuai standar BS EN 14183:2003, yang diuji menggunakan skenario uji dan material uji hasil rekomendasi, serta menentukan kebutuhan perbaikan desain apabila hasil simulasi menunjukkan ketidaksesuaian terhadap persyaratan kekuatan struktur.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Operator Kendaraan Niaga

Penelitian ini memberikan informasi teknis mengenai kelayakan struktural desain *footstep adjustable* truk *refueller*, termasuk identifikasi komponen yang memerlukan perbaikan sebelum implementasi. Dengan demikian, risiko kegagalan struktural yang dapat membahayakan keselamatan operator dapat dideteksi dan diantisipasi sejak tahap perancangan.

2. Manfaat bagi Industri dan Transportasi

Hasil penelitian dapat dijadikan acuan teknis bagi perusahaan pengguna truk *refueller* dalam proses pengadaan maupun modifikasi *footstep* kendaraan operasional. Keputusan berbasis

data simulasi sebelum fabrikasi prototipe fisik dinilai lebih efisien dari sisi waktu dan biaya.

3. Manfaat bagi Perancang Produk dan Engineer

Bagi para *engineer* dan desainer produk, penelitian ini memperlihatkan bahwa desain yang ergonomis saja belum cukup, harus disertai pengujian mekanik. Penggunaan standar internasional BS EN 14183 dengan berbagai skenario beban dan metode seleksi material AHP-TOPSIS menjadi pendekatan yang bisa diadopsi lebih luas dalam pengembangan komponen kendaraan.

4. Manfaat bagi Akademisi dan Peneliti

Dari sisi akademik, studi ini mengisi celah yang selama ini jarang diteliti, yaitu analisis kekuatan *footstep* pada kendaraan besar. Lebih jauh, penelitian ini membuka peluang eksplorasi lanjutan seperti optimasi topologi, material komposit, hingga analisis *fatigue*.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan skripsi sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan bagian dasar-dasar teori yang digunakan pada penelitian untuk mendukung penelitian dari penulis dan berisi penelitian-penelitian yang pernah dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi jenis penelitian, desain penelitian, teknik pengumpulan data dan metode yang dipakai.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil yang diperoleh, serta menganalisis hasil dari penelitian.

BAB V : PENUTUP

Menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA : Berisikan pustaka yang digunakan sebagai bahan referensi penelitian yang dilakukan.