

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Transportasi di perkotaan saat ini sedang mengalami perubahan pesat berkat kemajuan teknologi. Salah satu yang menonjol adalah sepeda listrik yang popularitasnya terus meningkat di kalangan masyarakat urban, sebagaimana dilaporkan dalam berbagai analisis pasar dan studi tren mobilitas perkotaan, Menurut laporan, nilai pasar sepeda listrik di Indonesia diproyeksikan mencapai USD 213,90 juta pada tahun 2029, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 5,77% selama periode 2024-2029 (Statista, 2024). Salah satu jenis sepeda listrik adalah sepeda lipat listrik yang menawarkan fleksibilitas melalui kemudahan dibawa dan disimpan, dikombinasikan dengan bantuan tenaga listrik, menjadikan sepeda jenis ini solusi mobilitas yang efisien untuk mengatasi kemacetan, mendukung gaya hidup aktif, serta berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, sebuah fakta yang sering dibahas dalam literatur mengenai transportasi berkelanjutan (Raposo & Silva, 2022). Peningkatan minat ini secara langsung mendorong industri untuk terus berinovasi dan menghasilkan produk yang tidak hanya fungsional tetapi juga handal dan aman.

Inti dari sebuah sepeda lipat listrik, yang menentukan performa, keamanan, dan kenyamanannya, terletak pada desain rangka. Desain rangka yang optimal menjadi krusial, karena harus mampu menyeimbangkan berbagai aspek penting seperti kekuatan struktural untuk menahan beban pengendara dan komponen listrik, bobot yang ringan untuk portabilitas maksimal, mekanisme pelipatan yang intuitif dan kokoh, serta nilai estetika yang menarik bagi konsumen. Pentingnya optimasi desain rangka ini telah banyak ditekankan dalam penelitian rekayasa rangka (Mulyaningsih et al., 2023). Khususnya pada sepeda lipat listrik, tantangan desain menjadi lebih kompleks karena rangka juga harus mengakomodasi integrasi baterai dan motor tanpa mengorbankan integritas struktural maupun kemudahan dalam proses manufaktur dan perakitan, sebuah aspek yang mulai banyak dieksplorasi dalam studi desain kendaraan listrik kompak (Romadhon, 2025).

Untuk mengatasi kompleksitas desain dan memastikan efisiensi produksi pendekatan dengan metode Design for Assembly (DFA) menjadi sangat relevan. DFA adalah metodologi desain yang bertujuan untuk mengoptimalkan produk agar mudah dirakit (*Design for Assembly - DFA*)(Juniani et al., 2024). Penerapan DFA sejak tahap awal desain dapat secara signifikan mengurangi biaya produksi, mempersingkat waktu perakitan, dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan dengan meminimalkan jumlah komponen, menyederhanakan proses perakitan, dan memilih material serta proses yang efisien (Juniani et al., 2024). selain DFA, analisis struktur juga diperlukan untuk mengetahui nilai tegangan, deformasi, dan faktor keamanan sebelum prototipe fisik dibuat, sehingga dapat meminimalkan risiko kegagalan produk, manfaat yang telah dikonfirmasi oleh penelitian di bidang rekayasa desain (Nur et al., 2023).

Meski demikian, diperlukan analisis mendalam atas variasi desain rangka sepeda lipat listrik. Kompleksitas konfigurasi geometri, pilihan material, dan mekanisme pelipatan membuka ruang eksplorasi yang luas untuk menemukan kombinasi optimal guna mencapai performa terbaik. Pada penelitian sebelumnya (Nurriszky et al., 2024) merancang rangka sepeda lipat listrik yang ringan, kuat, dan ergonomis menggunakan simulasi CAD. (Romadhon, 2025) merancang dan menganalisis kekuatan purwarupa rangka, boncengan, dan tempat baterai sepeda lipat listrik yang telah dirancang. Kedua penelitian sebelumnya menganalisis kekuatan pada desain rangka sepeda lipat listrik namun tidak mempertimbangkan aspek DFMA pada desain rangka sepeda lipat listrik sehingga diperlukan pengembangan desain rangka sepeda lipat listrik dengan Analisis DFMA yang mendalam.

Oleh karena itu, penelitian ini diusulkan untuk menganalisis dan mensimulasikan desain rangka sepeda lipat listrik, khususnya pada aspek lipatan pada rangka sepeda lipat listrik, dengan menggunakan metode *Design for Assembly* (DFA) dan analisis struktur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan desain sepeda lipat listrik yang tidak hanya fungsional dan estetis, tetapi juga optimal dari sisi perakitan, sehingga dapat menunjang produksi yang lebih efisien.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi diantaranya adalah:

1. Tingginya permintaan sepeda lipat listrik menuntut desain rangka yang tidak hanya ringan, kuat dan aman, tetapi juga mudah diproduksi dan dirakit
2. Metode *Design for Assembly* pada desain rangka sepeda lipat listrik.
3. Pengaruh mekanisme lipatan rangka terhadap distribusi tegangan pada rangka sepeda lipat listrik.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis menetapkan batasan ruang lingkup permasalahan guna memaksimalkan efektifitas dalam merumuskan hasil penelitian. Batasan-batasan masalah yang ditetapkan antara lain sebagai berikut:

1. Material pada rangka yang digunakan adalah paduan aluminium 6061.
2. Variasi desain terbatas pada rangka sepeda lipat listrik dengan 3 variasi berdasarkan mekanisme lipatan pada rangka yang akan dianalisis.
3. Perakitan hanya dengan simulasi software
4. Jenis pembebanan yang disimulasikan adalah beban statis vertikal dengan beban 1500N
5. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk pemodelan 3D dan simulasi (*Autodesk Inventor* dan *ANSYS*).

## 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana prinsip-prinsip *Design for Assembly* (DFA) dapat diterapkan pada rangka sepeda lipat listrik untuk mempermudah dan mempercepat proses perakitan?
2. Bagaimana pengaruh mekanisme lipatan rangka sepeda lipat listrik terhadap distribusi tegangan saat menerima beban statis?

3. Desain manakah yang memiliki jumlah komponen yang efisien dan waktu perakitan efektif berdasarkan hasil analisis *DFA*?

### 1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi efisiensi perakitan dengan menggunakan DFA
2. Menganalisis distribusi tegangan, deformasi dan nilai *Safety Factor* pada berbagai variasi desain rangka sepeda lipat listrik.
3. Menentukan desain rangka yang paling optimal.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang desain rekayasa, khususnya desain rangka sepeda lipat listrik.
2. Menjadi referensi untuk penelitian sejenis di masa mendatang.
3. Memberikan rekomendasi desain rangka sepeda lipat listrik yang lebih optimal bagi industri manufaktur sepeda listrik.
4. Membantu mengurangi biaya dan waktu dalam pengembangan produk melalui penggunaan simulasi.

*Intelligentia - Dignitas*