

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan yang saat ini digunakan dalam transportasi mengandalkan mesin internal yang ditenagai oleh bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui, yang menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah yang signifikan. Karbon dioksida adalah gas rumah kaca utama yang bertanggung jawab atas ancaman pemanasan global terhadap kehidupan di Bumi. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil melepaskan segudang polutan udara berbahaya yang berdampak negatif bagi kesehatan. Konsekuensi dari paparan polutan udara tersebut meliputi gangguan kognitif, gangguan perilaku, penyakit pernafasan, dan kondisi kronis lainnya, yang semuanya dapat diturunkan sejak dalam kandungan dan dapat mempengaruhi kesehatan sepanjang hidup seseorang (Perera, 2018; Towoju & Ishola, 2020).

Penggunaan kendaraan listrik menjadi salah satu pilihan yang potensial untuk mengatasi permasalahan krisis energi dan lingkungan. Kendaraan listrik menawarkan alternatif yang lebih bersih dan lebih berkelanjutan daripada kendaraan bermesin pembakaran dalam karena kendaraan listrik dapat mencapai emisi karbon nol, mengurangi polusi udara, dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Kendaraan listrik adalah kendaraan yang beroperasi dengan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Kendaraan listrik sempat populer pada awal tahun 1900-an dan akhir tahun 1800-an, tetapi popularitasnya berangsur-angsur menurun karena kemajuan teknologi mesin pembakaran dalam dan harga kendaraan mesin pembakaran dalam yang lebih rendah. Selain itu, pengembangan metode ekstraksi minyak baru dan penemuan cadangan minyak bumi yang sangat besar memperkuat dominasi kendaraan bertenaga bensin. Kendaraan listrik tampaknya menjadi pilihan yang paling menjanjikan untuk mengatasi masalah lingkungan yang sedang terjadi (Gupta & Rhoads, 2022).

Rangka adalah struktur pendukung dasar untuk setiap alat transportasi, dan perannya adalah untuk memberikan posisi yang tepat serta akurat untuk rakitan konstruksi tertentu untuk mencegah kerusakan. Rangka dan berbagai komponennya memainkan peran penting dalam menentukan penanganan kendaraan, stabilitas, kenyamanan penumpang, dan kemampuan berkendara secara keseluruhan. Selama proses desain konstruksi rangka, keselamatan dan kesesuaian adalah faktor yang paling penting. Selain itu, geometri, dimensi, dan komposisi material harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa desain akhir memenuhi semua persyaratan kekuatan desain rangka kendaraan. Rangka kendaraan yang ideal harus memastikan bahwa kendaraan beroperasi dengan sempurna dengan mengutamakan keselamatan, serta mempertimbangkan faktor estetika dan ekonomi (Blatnický, Sága, Dižo, & Bruna, 2020).

Selain aspek keselamatan, desain rangka yang baik juga harus dirancang agar dapat menggunakan daya listrik yang dihasilkan sistem penghasil tenaga listrik secara efisien. Struktur rangka perlu dirancang dengan lebih ringan tanpa mengorbankan standar struktural, sehingga dapat meningkatkan kinerja kendaraan listrik. Mengoptimalkan desain juga penting untuk menghindari desain yang berlebihan agar dapat mengurangi biaya produksi. Teknik desain ringan modern adalah salah satu teknologi kunci untuk mengembangkan solusi mobilitas yang efisien dan berkelanjutan. *Finite Element Analysis* (FEA) merupakan salah satu teknik yang sering digunakan oleh para peneliti untuk menganalisis berbagai rangka kendaraan (Zainal Taufik *et al.* 2014; Kumar *et al.* 2021).

Stress analysis menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik kritis yang mengalami tingkat tegangan tertinggi. Titik-titik kritis ini merupakan faktor penyebab potensi kegagalan Fatik. Keakuratan memprediksi masa pakai rangka kendaraan bergantung pada hasil analisis tegangan yang menyeluruh (Majid, Laksono, Suryanto, & Prabowo, 2021). Parameter yang digunakan untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap kekuatan rangka adalah dengan mendapatkan data berupa nilai *safety factor*, *displacement*, dan *von mises stress* untuk mengetahui batas keamanan rangka yang telah dirancang. Sebuah rangka dianggap aman jika hasil simulasi menunjukkan faktor keamanan di atas nilai yang telah ditentukan untuk semua kondisi pembebanan. Beban yang harus ditopang oleh struktur rangka kendaraan listrik adalah komponen penggerak, baterai, kotak kontrol, dan komponen lain di dalam struktur rangka (Wikarta & Yudha, 2020).

Berbagai paket perangkat lunak komputer dapat dimanfaatkan dengan baik untuk membantu segala aktivitas dalam proses membuat desain rangka. Program CAD (*Computer-Aided Design*) dan program FEA (*Finite Element Analysis*) adalah program perangkat lunak yang dimanfaatkan untuk menganalisis tahapan proses dalam desain. *Finite Element Analysis* (FEA) menganalisis perilaku struktural dan kekuatan suatu desain komponen teknik dengan cara membagi objek ke dalam jaring-jaring yang biasa disebut *mesh*. Metode ini telah umum digunakan dalam proses analisis desain struktur. Keuntungan menggunakan sistem CAD adalah berkurangnya waktu mendesain, meningkatnya produktivitas, meningkatnya kualitas produk, pengurangan biaya desain serta kemampuan untuk menyimulasikan model yang sedang dianalisis tanpa membuat prototipe fisik (Bi & Zhang, 2021).

Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut di atas, penulis terpacu untuk mengoptimalkan perancangan rangka prototipe kendaraan listrik tipe ATV yang digunakan untuk kendaraan. *Response Surface Method* (RSM) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi. RSM digunakan untuk mengoptimalkan parameter desain berupa diameter

profil, ketebalan profil dan sudut penyangga pada rangka ATV. Optimasi dilakukan untuk melihat bagaimana parameter dapat mempengaruhi massa dan hasil simulasi pembebanan. Hasil akhir penelitian ini adalah memberikan rekomendasi desain rangka yang optimal untuk diaplikasikan pada desain prototipe kendaraan listrik jenis ATV.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dibangun berdasarkan pada latar belakang yang sebelumnya telah dijelaskan. Berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana proses menyimulasikan rangka kendaraan listrik ATV menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor 2023?
2. Bagaimana pengembangan konsep desain rangka kendaraan listrik tipe ATV dengan mempertimbangkan diameter profil, ketebalan profil, dan sudut penyangga?
3. Bagaimana proses *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mendapatkan desain rangka yang optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diangkat di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan proses hasil simulasi yang akurat menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor 2023.
2. Mengembangkan konsep desain rangka berdasarkan massa, *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor*.
3. Mendapatkan rekomendasi desain rangka optimal yang dapat diterapkan pada desain kendaraan listrik jenis ATV.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat membawa banyak manfaat bagi berbagai pihak. Manfaat yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rekomendasi desain untuk rangka kendaraan listrik bertipe ATV diberikan untuk menghindari konstruksi yang berlebihan.
2. Diharapkan dapat menjadi referensi tentang optimasi desain rangka kendaraan listrik bertipe ATV.
3. Hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai pembanding bagi pemangku kepentingan lain yang ingin merancang dan melaksanakan penelitian di bidang yang kurang lebih sama.
4. Dapat memperluas wawasan dan pengetahuan penulis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah diuraikan untuk mempersempit cakupannya dan mempertahankan fokus penelitian agar lebih terarah. Batasan masalah penulisan adalah sebagai berikut:

1. Model yang diteliti adalah desain rangka kendaraan listrik bertipe ATV yang sebelumnya telah didesain.
2. Fenomena yang terjadi pada setiap sambungan material yang dilakukan tidak dibahas.
3. Pengujian dilakukan pada perhitungan komputasi dengan hasil simulasi desain menggunakan perangkat lunak.

1.6 Urgensi Penelitian

Kendaraan listrik memiliki kaitan dengan beberapa target *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dilakukan oleh *United Nations*. Secara khusus, kendaraan listrik berkontribusi terhadap SDG 7 (Energi Terjangkau dan Bersih) dan SDG 13 (Aksi Iklim) dengan mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi menyusun Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) tahun 2017-2045 yang bertujuan untuk menyelaraskan penelitian ilmiah jangka panjang dengan tujuan pembangunan nasional Indonesia. RIRN memiliki 10 prioritas riset yang beberapa di antaranya adalah energi - energi baru terbarukan dan transportasi di mana salah satu cabang risetnya bersinggungan dengan teknologi kendaraan listrik. Penelitian terkait struktur rangka kendaraan listrik merupakan hal yang sangat mendasar karena rangka merupakan komponen penting dan mendasar yang mempengaruhi stabilitas kendaraan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian pada skripsi kali ini menggabungkan metode statistik dan berbagai jenis pembebanan untuk menghasilkan desain rangka yang optimal.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dapat memudahkan pemahaman dan penelaahan penelitian. Proposal penelitian yang diusulkan tersusun dari tiga bagian, di mana setiap bagian berfokus pada aspek yang berbeda. Berikut adalah uraian singkat dari isi setiap bagian:

1. Bab I Pendahuluan

Dasar-dasar penulisan skripsi dikemas dalam bab ini. Latar belakang penelitian meliputi penjelasan tentang topik penelitian yang melatar belakangi penelitian yang dilaksanakan. Rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian akan muncul setelah latar belakang dipaparkan. Batasan masalah diuraikan untuk mempersempit cakupannya dan mempertahankan fokus penelitian. Terakhir, terdapat urutan atau sistematika penulisan dari penelitian ini untuk memudahkan pemahaman dan analisis makalah penelitian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab kedua menjabarkan landasan teoretis untuk memecahkan masalah yang ada. Landasan teori yang ada diselaraskan dengan penelitian yang nantinya akan dilakukan. Bab ini merinci teori yang melatar belakangi penelitian sehingga dapat digunakan sebagai acuan saat menulis hasil dan pembahasan pada bab selanjutnya. Dasar teori berasal dari berbagai sumber informasi, seperti artikel, jurnal ilmiah dan buku.

3. Bab III Metode Penelitian

Metodologi penelitian dipaparkan pada bab tiga yang menjelaskan tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Tahapan penelitian tersebut harus sesuai dengan rumusan-rumusan masalah yang dihadapi. Tahapan-tahapan tersebut harus mencapai tujuan agar dapat menjawab semua rumusan masalah. Selain itu, langkah penelitian juga harus selaras dengan hasil dan tujuan yang diinginkan.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dan analisa mencakup pengumpulan dan analisis data, serta penjelasan yang menginterpretasikan hasil penelitian secara kritis dan logis. Data-data hasil penelitian disajikan dan dianalisis dengan menggunakan metode yang telah ditentukan menggunakan bentuk seperti tabel, grafik, gambar, atau kalimat. Data itu sendiri dapat diperoleh dari observasi, wawancara, angket, dokumentasi, atau sumber lainnya. Bagian ini juga mengaitkan hubungan antara temuan penelitian dan teori yang relevan, fenomena, atau penelitian sebelumnya pada topik penelitian yang dipilih.

5. Bab V Penutup

Bagian kesimpulan dan saran meliputi beberapa komponen kunci. Pertama, bagian kesimpulan berfungsi untuk meringkas temuan penelitian dan menjawab masalah yang dirumuskan. Selain itu, ini mengeksplorasi implikasi penelitian dan menyoroti kontribusinya terhadap kemajuan sains dan aplikasi praktis. Selanjutnya, bagian saran menawarkan rekomendasi berharga bagi pembaca, peneliti lebih lanjut, atau pemangku kepentingan yang relevan di lapangan. Saran ini diinformasikan oleh kelemahan, keterbatasan, atau tantangan yang dihadapi selama proses penelitian, serta jalan potensial untuk pengembangan atau perbaikan.