

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian “Optimasi Rangka Sepeda Motor Listrik dengan Metode Simulasi Statis dan Dinamis” yang telah dilakukan melalui tahapan studi literatur, perancangan model, simulasi, optimasi, dan analisis hasil, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

1. **Optimasi Struktur Statis:** Hasil optimasi menunjukkan peningkatan performa signifikan pada kondisi statis. Tegangan Von Mises maksimum berhasil dari 279,4 MPa menjadi 106,81 MPa, yang berdampak pada peningkatan *safety factor* (SF) minimum dari 1,65 menjadi 4,3. Deformasi maksimal pada area jok penumpang juga menurun dari 2,96 mm menjadi 1,2554 mm.
2. **Ketahanan Kondisi Deselerasi:** Pada kondisi pengereman (deselerasi), optimasi berhasil menurunkan tegangan kritis secara drastis dari 406,55 MPa menjadi 142,26 MPa. Hal ini meningkatkan margin keamanan struktur secara substansial dengan kenaikan *safety factor* dari 1,13 menjadi 3,23, serta menurunkan deformasi hingga 0,68 mm.
3. **Analisis Kelelahan (*Fatigue Life*):** Rangka motor listrik memiliki ketahanan lelah yang sangat baik dengan *life cycle* mencapai 10.000.000 siklus (*infinite life*). Berdasarkan *S-N Curve* material baja AISI 4130, pembebanan dinamis 160 kg masih berada dalam batas aman operasional sesuai teori kelelahan material.

4. **Validasi Model:** Perbandingan antara hasil simulasi dan perhitungan matematis pada titik kritis menunjukkan selisih kesalahan relatif yang rendah ($<5\%$). Hal ini memvalidasi bahwa model simulasi, distribusi beban, dan kondisi batas yang diterapkan telah akurat dalam merepresentasikan kondisi kerja aktual rangka.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemui selama proses pengerjaan proyek akhir ini, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang:

1. Pengembangan desain rangka

Disarankan untuk mengeksplorasi variasi desain geometri dan profil penampang rangka yang berbeda, guna melihat pengaruhnya terhadap distribusi tegangan dan umur lelah.

Pemanfaatan material alternatif dengan rasio kekuatan terhadap berat (*strength-to-weight ratio*) yang lebih tinggi dapat menjadi opsi untuk mengurangi massa tanpa mengorbankan kekuatan.

2. Simulasi lanjutan

Pengembangan simulasi dengan mempertimbangkan non-linearitas material, efek sambungan las, variasi temperatur, dan kondisi lingkungan akan memberikan hasil yang lebih mendekati kondisi lapangan. Penggunaan *multi-physics simulation* dapat diterapkan untuk menggabungkan analisis struktur dengan analisis termal atau getaran.