

## ABSTRAK

Perkembangan kendaraan listrik mendorong kebutuhan akan desain rangka yang kuat, stabil, dan aman. Penelitian ini menganalisis kekuatan statik, respon akibat beban akselerasi dan deselerasi, respon beban dinamis, serta frekuensi alami rangka sepeda motor listrik tipe underbone dengan variasi material baja AISI 1020, AISI 4130, dan AISI 4340 menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM). Hasil simulasi menunjukkan bahwa material AISI 4340 memberikan performa terbaik dibandingkan dua material lainnya. Pada pembebanan statik, rangka AISI 4340 menghasilkan deformasi 0,25956 mm, von Mises stress 41,578 MPa, dan faktor keamanan 17,076. Pada kondisi akselerasi, deformasi 0,2988 mm, von Mises stress 48,445 MPa, dan faktor keamanan 14,656; sedangkan pada kondisi deselerasi deformasi 0,21041 mm, von Mises stress 34,481 MPa, dan faktor keamanan 20,591. Pada uji *impact* dengan material AISI 4340, didapatkan faktor keamanan terendah yaitu 0,16785. Analisis modal menunjukkan bahwa ketiga material memiliki frekuensi alami cukup tinggi, masing-masing 114,72 Hz, 122,05 Hz, dan 120,3 Hz, sehingga aman dari potensi resonansi akibat getaran jalan raya. Dengan demikian, material AISI 4340 direkomendasikan untuk digunakan pada rangka sepeda motor listrik tipe underbone karena memberikan kombinasi kekuatan dan ketahanan dinamis.

**Kata kunci:** sepeda motor listrik, rangka underbone, AISI 1020, AISI 4130, AISI 4340, FEM, frekuensi alami.