



ABSTRACT

The Wheel Diameter Gauge (WDG) is a measuring device used to determine the diameter of wheels on 50-ton KKBW coal wagons. This study aims to develop a more accurate and lightweight WDG design that supports the digitization of railway maintenance through topology design and optimization. The research methods included modeling the existing WDG design, analyzing stress and deformation using the Finite Element Method (FEM), and optimizing the topology with mass retain variations of 80%, 70%, 60%, and 50%. The evaluation was carried out by considering structural strength, geometric error values, and measurement uncertainty. The optimized design with a mass retain of 50% was selected as the best design because it provided the greatest mass efficiency without compromising structural strength or measurement accuracy. The mass of the device was successfully reduced from 2.1 kg to 1.494 kg, while measurement accuracy increased from 0.5 mm to 0.1 mm. The maximum geometric error value of 0.01714 mm is still below the standard uncertainty limit (± 0.0289 mm). Thus, the application of topology optimization has proven to be effective in producing a lighter, stronger, and more accurate WDG design. This new design also allows the integration of measurement data with a computer system, which is used to predict the service life of wheel discs, thereby supporting the efficiency and reliability of the railway maintenance system.

Keywords: Wheel Diameter Gauge, Topology Optimization, Finite Element Method, Uncertainty of Measurement, Undercarriage Maintenance, Coal Wagon.



INTISARI

Wheel Diameter Gauge (WDG) merupakan alat ukur yang digunakan untuk menentukan diameter roda pada gerbong batu bara tipe KKBW 50 ton. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain WDG yang lebih akurat, ringan, dan mendukung digitalisasi perawatan kereta api melalui perancangan dan optimasi topologi. Metode penelitian meliputi pemodelan desain WDG *existing*, analisis tegangan dan deformasi menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM), serta optimasi topologi dengan variasi *mass retain* sebesar 80%, 70%, 60%, dan 50%. Evaluasi dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan struktur, nilai *geometric error*, dan ketidakpastian pengukuran. Desain hasil optimasi dengan *mass retain* 50% dipilih sebagai rancangan terbaik karena memberikan efisiensi massa terbesar tanpa mengorbankan aspek kekuatan struktur maupun akurasi pengukuran. Massa alat berhasil dikurangi dari 2,1 kg menjadi 1,494 kg, sementara akurasi pengukuran meningkat dari 0,5 mm menjadi 0,1 mm. Nilai *geometric error* maksimum sebesar 0,01714 mm masih berada di bawah batas *standard uncertainty* ($\pm 0,0289$ mm). Dengan demikian, penerapan optimasi topologi terbukti efektif dalam menghasilkan desain WDG yang lebih ringan, kuat, dan akurat. Rancangan baru ini juga memungkinkan integrasi data hasil pengukuran dengan sistem komputer, yang digunakan untuk prediksi umur pakai keping roda, sehingga mendukung efisiensi dan keandalan sistem pemeliharaan kereta api.

Kata kunci: *Wheel Diameter Gauge*, Optimasi Topologi, Metode Elemen Hingga, Ketidakpastian Pengukuran, Perawatan Rangka Bawah, Gerbong Batu Bara.