

ABSTRACT

The cargo bed structure of light-duty pickup trucks plays a critical role in ensuring load safety and structural reliability, particularly under conditions where overloading and road-induced vibrations frequently occur. This study evaluates the structural performance of a pickup truck cargo bed subjected to combined static and dynamic loading using the Finite Element Method (FEM). The analysis aims to determine the maximum load capacity, identify the natural frequencies of the structure, and assess the efficiency of floor plate thickness and material selection under the manufacturer's nominal load of 1,200 kg.

Numerical simulations were conducted using ANSYS Workbench, including static structural analysis, modal analysis, and harmonic response analysis. Static loading was applied incrementally to identify the maximum allowable load based on a target safety factor of two, while harmonic excitation was introduced to represent road-induced vibrations. A mesh sensitivity study was performed to ensure numerical convergence and computational efficiency.

The results show that the cargo bed structure remains structurally safe under the nominal load, with the maximum static load capacity reaching approximately 2,300 kg before approaching the safety factor limit. Modal analysis indicates that the dominant natural frequencies are well above typical road excitation frequencies, minimizing the risk of resonance during normal operation. Furthermore, variations in floor plate thickness and material exhibit only a marginal influence on global structural performance. Among the configurations evaluated, a 1 mm thick SS400 steel floor plate provides the most efficient balance between structural safety and material utilization, while dynamic responses remain significantly below the material yield limits.

Keywords: pickup truck cargo bed, finite element analysis, static and dynamic loading, modal analysis, structural efficiency.

INTISARI

Struktur bak mobil *pick-up* memiliki peran penting dalam menjamin keamanan dan keandalan kendaraan, terutama pada kondisi pembebanan berlebih dan pengaruh getaran jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa struktur bak mobil *pick-up* terhadap kombinasi beban statis dan dinamis menggunakan metode elemen hingga. Evaluasi difokuskan pada penentuan kapasitas beban maksimum, karakteristik frekuensi natural struktur, serta efisiensi ketebalan dan material pelat lantai pada beban nominal pabrikan sebesar 1.200 kg.

Simulasi numerik dilakukan menggunakan ANSYS *Workbench* yang meliputi analisis statis, analisis modal, dan analisis respon harmonik. Pembebanan statis diterapkan secara bertahap untuk menentukan batas beban maksimum berdasarkan kriteria faktor keamanan sebesar dua, sedangkan pembebanan dinamis dimodelkan dalam bentuk eksitasi harmonik yang merepresentasikan getaran akibat kondisi jalan. Uji sensitivitas *mesh* dilakukan untuk memastikan hasil simulasi telah konvergen dan efisien secara komputasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur bak mobil *pick-up* aman menahan beban nominal, dengan kapasitas beban statis maksimum mencapai sekitar 2.300 kg sebelum mendekati batas faktor keamanan. Analisis modal memperlihatkan bahwa frekuensi natural dominan berada jauh di atas rentang frekuensi eksitasi jalan, sehingga potensi terjadinya resonansi pada kondisi operasional dapat diabaikan. Variasi ketebalan dan material pelat lantai memberikan pengaruh yang relatif kecil terhadap performa struktur secara global. Dari seluruh konfigurasi yang dianalisis, pelat lantai dengan ketebalan 1 mm berbahan SS400 memberikan keseimbangan paling efisien antara keamanan struktur dan penggunaan material, dengan respon dinamis yang tetap berada jauh di bawah batas luluh material.

Kata kunci: bak mobil *pick-up*, metode elemen hingga, beban statis dan dinamis, analisis modal, efisiensi struktur.