

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem transportasi di Indonesia mencakup transportasi darat, laut, dan udara, yang masing-masing memiliki peran penting serta saling melengkapi dalam menjalankan fungsinya sebagai sarana pengangkutan penumpang maupun barang. Salah satu moda transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat adalah kereta api, kereta api merupakan sarana transportasi massal yang digunakan untuk mengangkut manusia dan barang.

Berdasarkan fungsinya, kereta api dibedakan menjadi dua jenis yaitu kereta penumpang dan kereta barang. Kereta barang memiliki beragam tipe yang disesuaikan dengan fungsi serta jenis muatan yang diangkut. Salah satu di antaranya adalah kereta barang jenis gerbong datar (*flat wagon*), yaitu kereta barang dengan bentuk lantai datar tanpa dinding. Gerbong datar ini umum digunakan untuk mengangkut kendaraan seperti mobil, baja lembaran, baja gulungan, baja profil, kontainer, dan berbagai jenis muatan lainnya [1].

Mengingat peran kereta api yang sangat penting khususnya karena berkaitan langsung dengan keselamatan penumpang dan barang, maka kereta api harus memiliki kemampuan struktur yang memadai agar tidak mengalami kerusakan akibat beban operasional yang diterimanya. Untuk menjamin kekuatan serta keandalan komponen dan struktur kereta api, proses pembuatannya dilakukan melalui beberapa tahapan. Salah satu tahapan tersebut adalah pelaksanaan pengujian eksperimental terhadap komponen maupun struktur kereta api. [1].

Desain gerbong datar terus mengalami perkembangan hingga saat ini. Perkembangan tersebut didasarkan pada peningkatan kapasitas angkut serta variasi bentuk rangka dasar (*underframe*). Dalam proses perancangan gerbong datar, aspek keselamatan dan keamanan struktur rangka harus menjadi perhatian utama [2]. Struktur rangka kereta dalam penggunaannya mengalami beberapa jenis dan arah beban, seperti beban vertikal, beban kompresi, beban *twist*, dan beban *jacking*.

Beban-beban tersebut terjadi akibat fungsi dari kereta yaitu sebagai sarana pengangkutan barang serta beban akibat proses perbaikan dan perawatan gerbong.

Oleh sebab itu pada saat proses desain gerbong kereta perlu diadakan pengujian untuk memastikan berapa besar tingkat keamanan yang diperoleh dari desain tersebut [1]. Pada saat melakukan proses desain kereta terdapat regulasi dan spesifikasi yang mengatur kekuatan minimum dari gerbong, regulasi dan spesifikasi tersebut biasanya sudah tercantum dalam peraturan atau standart internasional yang berlaku. Terkadang ada spesifikasi khusus yang harus di penuhi sesuai permintaan *costumer*.

Anwar dan Ruhimat melakukan analisis terhadap kekuatan struktur gerbong kereta barang jenis gerbong datar (*flat wagon*). Analisis tersebut dilakukan melalui pengujian eksperimental pada prototipe struktur *flat wagon* dengan penerapan beban statis, yang meliputi beban vertikal, beban kompresi, beban puntir (*twist*), beban *jacking*, serta pembebanan kombinasi [1]. Djoeli Sutrijo dan Tony Prahasto melakukan analisis kekuatan rangka dasar (*underframe*) kereta barang menggunakan metode elemen hingga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban-beban yang bekerja pada rangka, dengan simulasi pembebanan yang dibuat mendekati kondisi operasional sebenarnya [3]. Kevin Agustian Rayendri, Djoeli Satrijo, dan Ojo Kurdi melakukan penelitian mengenai desain serta analisis kekuatan gerbong datar (PPCW) kereta api dengan menggunakan metode elemen hingga. Analisis kekuatan gerbong tersebut dilakukan melalui pendekatan metode elemen hingga (MEH)[4].

Penelitian sebelumnya oleh Zhang, Liu, dan Wang menunjukkan bahwa pemodelan MEH pada *flat wagon* dapat memberikan prediksi akurat terhadap lokasi konsentrasi tegangan, khususnya di titik-titik sambungan balok utama dan penampang melintang [5]. Sementara itu, Kumar dan Singh meneliti efek penggantian baja karbon biasa dengan baja berkekuatan tinggi pada struktur flat wagon, yang memberikan efisiensi berat dan peningkatan kapasitas beban [6].

Namun demikian, studi-studi tersebut belum secara spesifik menganalisis struktur *flat wagon* dengan konfigurasi dua kontainer ukuran 2×20 feet dan menggunakan material S355J2. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk

mengisi celah tersebut dengan melakukan analisis yang lebih terfokus dan terukur secara numerik terhadap desain spesifik ini.

PT Industri Kereta Api (PT INKA) merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang manufaktur perkeretaapian dan dikenal sebagai produsen kereta api terbesar di Asia Tenggara, termasuk dalam pembuatan berbagai jenis gerbong kereta api [7]. Desain gerbong datar terus mengalami perkembangan hingga saat ini. Perkembangan tersebut didasarkan pada peningkatan kapasitas angkut serta variasi bentuk rangka dasar (*underframe*)[4]. Rangka dasar (*underframe*) kereta api merupakan bagian dari kereta api, yang ditempati oleh badan kereta api sehingga *underframe* tersebut harus cukup kuat menanggung beban yang terjadi [3].

PT. Industri Kereta Api (Persero) mendapat orderan gerbong datar (*flat wagon*) dari perusahaan luar negeri. PT. INKA sudah mendapat desain dan gambar dari *costumer*, akan tetapi PT. INKA sendiri tidak memiliki dokumen *engineering* dari desain kereta tersebut. Oleh karena itu dilakukan analisis kekuatan struktur untuk desain tersebut supaya dapat diketahui berapa besar faktor keamanan dari desain tersebut, apakah memenuhi standar regulasi yang sudah ditentukan atau belum.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis struktur pada desain rangka dasar (*underframe*) gerbong datar (*flat wagon*) tersebut dengan desain yang sudah di terima PT. INKA dari *costumer*. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar diketahui nilai dan distribusi tegangan, deformasi dan faktor keamanan dari gerbong tersebut apakah sudah memenuhi standar regulasi dan spesifikasi yang sudah di tentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang maka perumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana nilai dan distribusi tegangan serta deformasi rangka dasar kereta barang *flat wagon* 2×20 feet dengan pembebanan statis berdasarkan hasil simulasi menggunakan metode elemen hingga?
- b. Bagaimana faktor keamanan dari desain gerbong tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui nilai dan distribusi tegangan serta deformasi rangka dasar kereta barang *flat wagon* 2×20 *feet* dengan pembebanan statis berdasarkan hasil simulasi menggunakan metode elemen hingga
- b. Mengetahui besar faktor keamanan dari desain yang telah dibuat

1.4 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah pada penelitian ini:

- a. Analisis mengacu pada spesifikasi dasar yang diserahkan ke PT. INKA
- b. Gerbong diasumsikan dalam keadaan diam atau tidak bergerak. Faktor pengelasan dan proses produksi dianggap sempurna
- c. Struktur gerbong tidak ada penurunan kekuatan akibat pengelasan
- d. Material yang digunakan adalah S355J2
- e. Beban yang digunakan adalah kontainer standar, dan masa dari kontainer diasumsikan beratnya tepat di tengah kontainer (pada kondisi aktual masa dari kontainer dan isinya tidak benar-benar dapat di tengah kontainer sehingga beban di tiap tumpuannya akan berbeda-beda)
- f. Analisis struktur dilakukan di PT. INKA
- g. Untuk melakukan simulasi struktur menggunakan ANSYS R1 2022
- h. Desain geometri gerbong berdasarkan data yang diperoleh PT. INKA
- i. Jenis pengujian meliputi uji statis pembebanan vertikal, longitudinal, lateral, dan kombinasi beban (tidak termasuk uji *crashworthiness* dan uji *fatigue*)
- j. Ukuran *mesh* yang digunakan yaitu 21mm
- k. Uji dilakukan dengan metode elemen hingga (MEH) / *finit element method* (FEM) dengan pembebanan statis

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui hasil analisis pengujian struktur gerbong datar (*flat wagon*) dengan metode elemen hingga (MEH) / *finit element method* (FEM) dengan pembebanan statis, menggunakan aplikasi ANSYS R1 2022
- b. Menambah pengetahuan mengenai analisis stuktur pembebanan statis menggunakan metode elemen hingga
- c. Sebagai referensi untuk mahasiswa yang akan mengambil penelitian tentang analisis struktur

