BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kereta api merupakan salah satu jenis moda transportasi massal jarak menengah-jauh yang digunakan di Indonesia dan negara-negara lain di Asia. Kereta api terdiri dari satu lokomotif sebagai tenaga penggerak dimana di dalamnya terdapat mesin diesel yang terintegrasi digunakan untuk menarik beberapa rangkaian kereta. Rangkaian kereta tersebut dapat berupa kereta penumpang atau kereta barang.

PT. INKA (Persero) terus mengepakkan sayap bisnisnya, tidak hanya di dalam negeri namun juga ke luar negeri. Perusahaan produsen kereta api ini pada tahun 2018 telah menandatangani kontrak kerja sama dengan *Philippine National Railways* (*PNR*) untuk pengadaan 3 unit *Diesel Hydarulic Locomotive Train Set* (www.inka.co.id, 2018). Lokomotif diesel hidraulik sumber energi utamanya menggunakan tenaga mesin diesel untuk memompa oli dan selanjutnya disalurkan ke transmisi hidraulik dengan memakai *torque converter* untuk menggerakan roda.

Lokomotif merupakan salah satu bagian kritis dalam rangkaian kereta. Lokomotif menanggung beban yang besar dan memiliki waktu operasi yang cukup panjang. Sehingga dalam suatu perancangan lokomotif diperlukan analisis lebih mendalam dibanding dengan alat transportasi darat lainnya. Salah satu bagian dari lokomotif yang membutuhkan perhitungan dalam perancangan adalah struktur rangka *carbody* (badan kereta) lokomotif tersebut.

Dalam proses pembuatan lokomotif kereta api memerlukan fase-fase perancangan produk yang sesuai dengan standar manufaktur kereta api. Fase perancangan produk yang harus dilakukan adalah menentukan kebutuhan, menyusun spesifikasi teknis produk, membuat desain konsep produk, membuat desain produk, dan membuat dokumentasi teknik. Secara keseluruhan desain struktur *carbody* lokomotif mensyaratkan harus sanggup menanggung beban aksial dari muatan dan gaya tekan-tarik kedua ujung *carbody* lokomotif serta pada saat terjadi tumbukan (*impact*). Sepanjang lokomotif berjalan akan terus terjadi gaya tekan-tarik dan beban aksial akan disalurkan sampai ke *bogie* dan roda.

Melihat pentingnya tingkat keamanan kekuatan struktur *carbody* lokomotif maka diperlukan perhitungan dan pemodelan untuk mendapatkan komposisi desain yang terbaik dan optimal. Tujuan pemodelan adalah agar perancang dapat menyempurnakan rancangannya tanpa harus mengeluarkan biaya dan waktu yang banyak. Perancangan dan analisis kekuatan struktur *carbody* lokomotif dapat disimulasikan dengan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*). Untuk memodelkan strukturnya akan digunakan perangkat lunak *Ansys.* Metode elemen hingga dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan defleksi dan tegangan yang dapat ditahan oleh struktur *carbody* lokomotif, sehingga akan diperoleh struktur *carbody* yang kukuh dan aman digunakan untuk menahan beban yang diterima *carbody* lokomotif.

Penggunaan metode elemen hingga di bidang *engineering* untuk meneliti dan menganalisis desain maupun kekuatan struktur sampai saat ini terbukti cukup berhasil dengan baik, sehingga banyak penelitian terkait yang menggunakan metode ini. Prasetyo (2010) menggunakan metode ini untuk menganalisis tegangan dan menentukan karakteristik kekuatan struktur rib pada bodi mobil yang terbuat dari komposit. Dari hasil penelitian didapatkan beban kritis yang diterima oleh struktur rib sebesar 2759,06 N dan rib yang paling aman digunakan adalah rib dengan bentuk O karena mempunyai nilai defleksi dan tegangan paling kecil. Fuad (2015) juga menggunakan metode ini untuk menganalisis perbedaan besaran defleksi pada rangka mobil listrik yang dilapisi *carbon fiber* dan rangka yang tidak dilapisi *carbon fiber*. Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa rangka dengan *carbon fiber* lebih kuat dalam menerima pembebanan dibandingkan dengan rangka yang belum dilapisi *carbon fiber*. Besaran defleksi kedua rangka tersebut dikategorikan aman karena tidak melebihi batasan defleksi maksimal yang diijinkan.

Satrijo (2012) dalam penelitiannya menggunakan metode elemen hingga untuk menganalisis kekuatan struktur gerbong kereta api pengangkut batu *ballast.* Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa desain struktur gerbong sudah layak karena nilai tegangan dan defleksinya masih berada di bawah batas aman nilai *yield* materialnya. Sutikno (2011) juga menggunakan metode ini untuk menganalisis tegangan yang diakibatkan pembebanan statis pada desain *carbody TeC Railbus.*

Dari simulasi yang dilakukan disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi masih berada di bawah batas kekuatan material dan desain konstruksi *carbody TeC Railbus* dianggap mampu menahan beban yang akan diterima *Railbus* saat beroperasi. Hardianto (2017) melakukan penelitian untuk menganalisis kekuatan konstruksi *underframe* pada *prototype Light Rail Transit (LRT)* yang menyimpulkan bahwa konstruksi *underframe* tidak aman karena defleksi dan tegangan yang dihasilkan melebihi batas yang diijinkan.

Penelitian dengan metode elemen hingga pernah dilakukan oleh Supriyana (2016) untuk mensimulasikan distribusi tegangan akibat pembebanan berat kereta pada poros roda kereta. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa poros roda kereta mengalami distribusi tegangan yang bervariasi. Nilai tegangan maksimum yang diterima poros pada pengkodisian beban tertinggi akibat beban *impact* dibandingkan dengan teori kegagalan *von misses* masih dalam batas aman karena distribusi tegangan maksimum terjadi lebih kecil dari kekuatan tarik bahan. Putra (2015) menganalisis kekuatan konstruksi dan analisis *fatigue life* konstruksi utama *container crane* tipe RTG. Dari penelitian tersebut dapat diketahui jika konstruksi RTG mengalami tegangan resultan yang masih berada di bawah batas aman akibat beban kerja maksimal, sedangkan nilai perkiraan umur lelah RTG diperoleh sebesar kurang lebih 128 tahun.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik ingin membahas mengenai proses perancangan suatu lokomotif dan penerapan metode elemen hingga dalam menganalisis struktur *carbody* lokomotif, dalam kesempatan penyusunan tugas akhir dengan judul "**Perancangan Dan Analisis *Carbody* Lokomotif Dengan Metode Elemen Hingga**".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas agar penelitian ini dapat dilakukan secara terarah, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

a. Bagaimana merancang *carbody* lokomotif yang sesuai dengan standar BS EN (*British Standard*), AAR *(Association of American Railroad),* dan JIS (*Japanese Industrial Standard*), serta Peraturan Menteri Perhubungan

Republik Indonesia Nomor: PM 153 Tahun 2016 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Lokomotif?

b. Bagaimana tegangan yang terjadi pada struktur *carbody* lokomotif yang disimulasikan menggunakan metode elemen hingga dengan memberikan pembebanan yang sesuai dengan standar?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

a. Mampu membuat suatu rancangan *carbody* lokomotif yang sesuai dengan standar BS EN (*British Standard*), AAR *(Association of American Railroad),* dan JIS (*Japanese Industrial Standard*), serta Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 153 Tahun 2016 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Lokomotif.
b. Mampu menganalisis tegangan yang timbul pada hasil rancangan yang disimulasikan menggunakan metode elemen hingga dengan memberikan pembebanan yang sesuai dengan standar.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meyimpang dari permasalahan yang akan diteliti, maka penelitian ini dibuat batasan masalah sebagai berikut :

a. *Carbody* yang dirancang merupakam *carbody* lokomotif diesel hidraulik.
b. Perancangan struktur *carbody* lokomotif mengacu pada standar BS EN (*British Standard*), AAR (*Association of American Railroad*), dan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 153 Tahun 2016 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Lokomotif, serta JIS (*Japanese Industrial Standard*) untuk pemilihan material.
c. Analisis tegangan dan gaya dilakukan pada struktur *carbody* secara utuh yaitu bagian *underframe,side wall, roof,* dan *driver cabin.*
d. Analisis tegangan dan kekuatan konstruksi pada *carbody* lokomotif yang diakibatkan beban tekan-tarik dan analisis beban aksial pada *bogie* dihitung menggunakan metode elemen hingga dengan alat bantu perangkat lunak *Ansys.*

e. Analisis struktur *carbody* lokomotif yang dilakukan hanya berupa beban statis dan untuk beban dinamis diumpamakan sebagai beban statis yang dipercepat tehadap arah vertikal.

f. Sambungan las antar struktur desain *carbody* lokomotif diabaikan.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

a. Sebagai bahan pertimbangan desain yang lebih baik untuk produsen kereta api.

b. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang perancangan *carbody* lokomotif yang baik dan benar.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO