

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak abad ke 18 kereta api sudah digunakan untuk mengangkut berbagai jenis barang. Perkembangan paling pesat terjadi pada saat Revolusi Industri abad ke 19. Kereta api digunakan sebagai pengangkut berbagai kebutuhan Industri mulai dari bahan baku sampai dengan bahan bakar Industri. Pengangkutan bahan bakar menggunakan kereta merupakan pilihan tepat untuk distribusi jalur darat. Selain lebih fleksibel dan efisien waktu, bahan bakar juga lebih aman dari pengguna jalan lain karena kereta api memiliki jalur tersendiri. Berbagai jenis bahan bakar didistribusikan menggunakan kereta api antara lain batubara, solar, bensin, avtur, sampai dengan LPG.

Desain dari gerbong pengangkut bahan bakar berbeda-beda untuk setiap jenis bahan bakar yang diangkut. Untuk pengangkut bahan bakar jenis cair dan gas digunakan gerbong tangki yaitu gerbong dengan wadah angkut berupa bejana tekan atau *pressure vessel*. Desain untuk gerbong tangki pengangkut bahan bakar cair dan gas diperhitungkan lebih khusus karena muatan yang diangkut termasuk muatan yang sensitif dan berbahaya. Perkembangan desain dari gerbong tangki terus berkembang sampai saat ini. Perkembangan didasarkan pada kapasitas angkut, bentuk rangka dasar (*underframe*), dan jenis muatan bahan bakar.

Dalam suatu perancangan gerbong tangki perlu memperhatikan keamanan wadah angkut muatan (*tank*) dan keamanan struktur rangka. Desain wadah angkut muatan harus sesuai dengan standar pembuatan *moving pressure vessel* atau bejana tekan yang bergerak. Desain gerbong tangki secara keseluruhan dituntut untuk mampu menahan beban axial dan gaya tarik-tekan pada kedua ujung gerbong. Beban axial dari tangki dan rangka akan diteruskan ke *bogie* dan roda. Sedangkan gaya tarik-tekan terjadi pada saat kereta mulai berjalan, saat kereta berjalan, dan saat kereta akan berhenti. Didalam merancang suatu gerbong tangki perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain:

1. Kapasitas gerbong tangki harus sesuai dengan jumlah tekanan gandar yang diijinkan.

2. Panjang gerbong tangki harus sesuai dengan lintasan kereta api terutama tikungan minimum.
3. Efisiensi dalam hal berat mati struktur (*body weight*) harus diperhitungkan dengan baik agar desain bisa bersaing di pasaran.
4. Lebar gerbong tangki harus disesuaikan dengan lebar jalur rel yang iijinkan.
5. Harus memiliki ruang bebas dan ruang batas sarana sesuai dengan yang diijinkan.
6. Gerbong tangki harus memiliki pengaman dan alat bantu untuk bongkar muat.
7. Rangka dan tangki memiliki keandalan material yang sesuai dengan batas keamanan.

1.2 Perumusan Masalah

PT. INKA (persero) Madiun adalah satu-satunya perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang perkeretaapian di Indonesia yang juga merupakan perusahaan perkeretaapian besar di Asia Tenggara. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1981 dengan fokus kegiatan pada pembuatan kereta api dan kegiatan ekspor serta impor di bidang perkeretaapian. Produk yang dihasilkan berupa lokomotif dengan berbagai tipe, gerbong penumpang untuk ekonomi sampai dengan eksekutif, gerbong barang seperti gerbong tangki pengangkut bahan bakar premium, sampai dengan kereta rangkaian seperti KRL (Kereta Rel Listrik) atau KRD (Kereta Rel Diesel). Pelebaran industri juga dilakukan dalam hal pembuatan jenis kendaraan lain seperti mobil yang saat ini sedang terus dikembangkan.

Industri kereta api di Indonesia saat ini lebih di dasari oleh teknologi perkeretaapian Jepang. Standar yang digunakan dalam pembuatan dan perakitan kereta api di Indonesia adalah standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) yang telah disesuaikan dengan ketentuan di Indonesia. Standar yang telah disesuaikan tersebut digunakan sebagai pedoman dalam setiap proses yang dimulai dari proses perancangan, proses perencanaan produksi, proses produksi, sampai dengan proses akhir. Proses perancangan dan proses produksi yang dilakukan selalu diperbaharui sesuai dengan kemajuan teknologi perkeretaapian.

Dalam pembuatan setiap jenis produk perlu dilakukan tahapan-tahapan perancangan yang baik dan benar. Dalam pembuatannya kereta api juga perlu tahapan-tahapan perancangan produk yang sesuai dengan standar yang digunakan dalam pembuatan kereta api tersebut. Tahapan perancangan produk meliputi penentuan kebutuhan, penyusunan spesifikasi teknis produk, perancangan konsep produk, perancangan produk, dan pembuatan dokumentasi teknik. Tahapan tersebut harus dilakukan dengan efektif dan efisien agar didapatkan suatu bilangan kualitas dan kuantitas yang besar.

Penyusunan suatu proses perancangan dan proses produksi yang efektif dan efisien tersebut akan memberikan keuntungan dalam hal waktu, kebutuhan tenaga, dan pengeluaran dana. Proses perancangan kereta api yang baik dilakukan dengan pembagian detail perbagian. Penulis akan menyoroiti masalah gerbong tangki pengangkut bahan bakar premium yang merupakan paduan dari kereta datar dengan tangki atau *vessel* berisi fluida cair di atasnya. Penulis akan membagi menjadi dua yaitu wadah muatan yang berupa tangki dan struktur penopang yang berupa underframe.

Penulis akan membahas proses perancangan suatu gerbong tangki pengangkut bahan bakar premium dan pembahasan mengenai analisa struktur gerbong tangki dengan menggunakan metode elemen hingga (*FEM / Finite Element Method*) dan pemodelan dari strukturnya akan digunakan *software CAD (Computer Aided Design)*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mampu membuat suatu rancangan gerbong tangki pengangkut bahan bakar cair (Premium) sesuai dengan standar JIS E 7101-1989 *Tank Car* dan JIS E 7102-1989 *Design Methods for Tank of Tank Car* serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 43. Tahun 2010 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Gerbong.
2. Mampu menganalisa tegangan-tegangan yang muncul pada hasil rancangan yang disimulasikan dengan memberikan pembebanan yang sesuai dengan standar dan kejadian di lapangan.
3. Mampu memprediksi tingkat kelelahan (*fatigue*) akibat beban siklik yang diterima gerbong.

1.4 Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Gerbong yang dirancang merupakan gerbong tangki pengangkut bahan bakar Premium dengan kapasitas 38.000 liter.
2. Perancangan bejana tekan mengacu pada standar JIS E 7101-1989 *Tank Car* dan JIS E 7102-1989 *Design Methods for Tank of Tank Car* serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 43. Tahun 2010 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Gerbong.
3. Analisa tegangan pada gerbong akibat beban tarik-tekan dan analisa beban axial terhadap *bogie* dihitung menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software ANSYS Mechanical APDL 12*.
4. Analisa tegangan dan gaya dilakukan terbatas pada rangka dan wadah angkut.
5. Analisa struktur gerbong tangki yang dilakukan hanya berupa beban statik dan untuk beban dinamik dimisalkan sebagai beban statik yang dipercepat terhadap arah vertikal.
6. Sambungan las pada struktur desain gerbong tangki diabaikan atau mempunyai nilai efisiensi las satu.

1.5 Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang penulis lakukan dalam membuat tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Adapun studi pustaka ini diperoleh dari beberapa literatur, baik berupa buku-buku perpustakaan, jurnal-jurnal yang diperoleh dari internet, serta laporan tugas akhir yang berkaitan dengan tugas sarjana ini.

2. Analisa Data

Menghitung data-data yang dirancang pada perancangan gerbong tangki, serta menganalisa data-data tersebut dengan bantuan *software ANSYS Mechanical APDL 12* sehingga dapat diketahui jenis dan besarnya tegangan yang muncul pada gerbong tangki. Proses pengolahan data disesuaikan berdasarkan referensi

serta standar JIS E 7101-1989 *Tank Car* dan JIS E 7102-1989 *Design Methods for Tank of Tank Car* serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 43. Tahun 2010 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Gerbong.

3. Praktek Kerja Lapangan

Praktek kerja lapangan merupakan langkah yang nyata bagi penulis agar mampu melihat proses perencanaan perancangan gerbong tangki secara langsung serta untuk mendukung penelitian mengenai studi kasus yang dibahas dalam Tugas Akhir ini.

4. Bimbingan

Bertujuan untuk mendapatkan tambahan pengetahuan dan masukan dari dosen pembimbing serta koreksi terhadap kesalahan yang terjadi pada pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metode perancangan dan sistematika dalam penulisan dalam laporan tugas akhir ini.

BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang jenis-jenis tegangan yang muncul pada gerbong tangki dan komponen-komponen pada gerbong tangki serta teori dasar metode elemen hingga.

BAB III PERANCANGAN GERBONG TANGKI

BAB III berisi mekanisme perancangan gerbong tangki yang mengangkut bahan bakar cair berupa Premium. Mulai dari identifikasi masalah kemudian dilanjutkan dengan sintesa solusi-solusi dari masalah yang ada sehingga menjadi sebuah model yang kemudian di analisis.

BAB IV ANALISA

Bab IV menjelaskan hasil analisa, perhitungan dan juga perbaikan-perbaikan yang diperlukan setelah menganalisa model awal sehingga desain model gerbong tangki menjadi sempurna.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan yang berdasar pada analisa pada bab-bab sebelumnya, juga berisi saran-saran untuk perbaikan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar referensi-referensi yang digunakan pada saat menyusun tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Lampiran berisi tabel-tabel perhitungan, gambar teknik dan contoh kasus-kasus sederhana.