



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**DESAIN DAN ANALISA GERBONG KERETA API  
PENGANGKUT BAHAN BAKAR PREMIUM DENGAN  
METODE ELEMEN HINGGA**

**TUGAS AKHIR**

**YOGO ADI NUGROHO**

**L2E 007 087**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG**

**SEPTEMBER 2012**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

Nama : Yogo Adi Nugroho  
NIM : L2E 007 087  
Pembimbing : Ir. Djoeli Satrijo, MT  
Jangka Waktu : 7 (tujuh) bulan  
Judul : Desain dan Analisa Gerbong Kereta Api Pengangkut Bahan Bakar Premium dengan Metode Elemen Hingga

Isi Tugas :

1. Mendesain struktur gerbong tangki pengangkut bahan bakar Premium dengan kapasitas 38.000 liter.
2. Menganalisa struktur gerbong tangki dengan metode elemen hingga.
3. Menganalisa tingkat kelelahan (*fatigue*) pada struktur gerbong tangki.

Dosen Pembimbing,




Ir. Djoeli Satrijo, MT

NIP. 196107121988031003

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Yogo Adi Nugroho  
NIM : L2E 007 087  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 12 September 2012

## HALAMAN PENGESAHAN





Skripsi ini diajukan oleh:

NAMA : Yogo Adi Nugroho  
NIM : L2E 007 087  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin / S-1  
Judul Skripsi : Desain dan Analisa Gerbong Kereta Api Pengangkut  
Bahan Bakar Premium dengan Metode Elemen Hingga

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Djoeli Satrijo, MT  
Penguji 1 : Dr. Munadi, ST, MT  
Penguji 2 : Khoiri Rozi, ST, MT  
Penguji 3 : Dr. Gunawan DH, ST, MT

(  )  
(  )  
(  )  
(  )

Semarang, 12 September 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogo Adi Nugroho  
NIM : L2E 007 087  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Desain dan Analisa Gerbong Kereta Api Pengangkut Bahan Bakar Premium  
dengan Metode Elemen Hingga”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 12 September 2012

Yang menyatakan

  
(Yogo Adi Nugroho)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Sarjana ini sebagai rasa syukur Penulis dan dipersembahkan untuk:

- ❖ Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
- ❖ Bapak, Ibu dan Kakak tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moril maupun material, semoga Kalian bahagia dan bangga.
- ❖ Seluruh teman-teman khususnya Teknik Mesin angkatan 2007, terimakasih atas dukungannya.

## ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi darat yang memiliki peran yang penting dalam pengangkutan massal. Sebagai salah satu moda transportasi darat, kereta api, digunakan untuk mengangkut berbagai jenis barang dan penumpang. Dalam pengangkutan barang kereta api membutuhkan alat angkut berupa gerbong yang disesuaikan dengan jenis muatan, fungsi angkut, dan kapasitas barang yang akan diangkut. Salah satu contoh pengangkutan barang yang cukup penting adalah pengangkutan bahan bakar cair. Gerbong pengangkut bahan bakar cair memiliki wadah muatan berupa tangki sehingga disebut gerbong tangki. Gerbong tangki dituntut untuk dapat melaksanakan fungsinya secara optimal. Guna memenuhi fungsinya gerbong tangki harus dirancang sesuai dengan standar perancangan dan analisa yang baik. Gerbong tangki dirancang 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. Gerbong tangki dianalisa kekuatannya menggunakan metode elemen hingga (MEH). Beban yang bekerja pada struktur, disimulasikan mendekati pembebanan yang sebenarnya. Beban utama yang dikenakan adalah beban muatan berupa tekanan hidrostatis. Hasil analisa menggunakan perangkat lunak MEH, menunjukkan bahwa struktur gerbong masih aman dalam segi tegangan, defleksi maupun kelelahan (*fatigue*).

Kata kunci: metode elemen hingga, gerbong tangki, *fatigue*

## **ABSTRACT**

*The train is one of the modes of land transport that has an important role in the transport of bulk. As one of the modes of land transportation, railway is used to transport various types of goods and passengers. In rail freight transportation needs the transport tools likes carriages that are tailored to the type of load, transport function, and capacity of goods to be transported. One example of important transporting goods is the transport of liquid fuels. The carriages transporting liquid fuels have the container cargo in the form of tank, so that it is called tank car. Tank car are required to carry out its functions optimally. In order to fulfill its function, tank car must be designed in accordance with design standards and good analysis. Tank car design refer to the standard JIS E 7101-1989 Tank Car and JIS E 7102-1989 Design Methods For Thank of Thank Car and the Minister of Transportation No. KM 43. Year 2010 about Standard Technical Specification Carriage. Tank car strength analysis use finite element method (FEM). The burden on the structure is simulated approach to the actual burden. The main burden is imposed in the form of hydrostatic pressure payload. The results of the analysis using FEM software, show that the structure of the wagon still save in terms of stress, deflections, and fatigue.*

*Keywords: finite element method, tank car, fatigue*



## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, karena hanya dengan izin-Nya lah maka penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Kedua sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Besar, Nabi akhir jaman, yang diutus untuk seluruh umat manusia, NABI MUHAMMAD SAW, karena dengan cinta, kasih dan tauladanmu setiap umat manusia yang mengikutimu dapat menuju ke kebahagiaan abadi.

Pada dasarnya karya ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah Penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, diantaranya:

1. Bapak, Ibu dan Kakak yang telah memberikan dorongan, do'a dan semangat.
2. Ir. Djoeli Satrijo, MT selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana.
3. Semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, 12 September 2012

Penulis

## NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
$\sigma$	Tegangan normal	[N/m <sup>2</sup> ]
$\sigma_a$	Tegangan aksial	[N/m <sup>2</sup> ]
$\sigma_m$	Tegangan meridional	[N/m <sup>2</sup> ]
$\tau$	Tegangan geser	[N/m <sup>2</sup> ]
$A$	Luas area	[m <sup>2</sup> ]
$D$	Diameter	[m]
$F$	Gaya	[N]
$L$	Panjang	[m]
$N$	Jumlah siklus	[-]
$P$	Tekanan	[Pa]
$r$	Jari-jari	[m]
$R$	Resulta gaya	[N]
$SF$	Faktor keamanan ( <i>safety factor</i> )	[-]
$S_{ut}$	<i>Ultimate stress</i>	[N/m <sup>2</sup> ]
$S_y$	<i>Yield stress</i>	[N/m <sup>2</sup> ]
$t$	Tebal plat	[m]
$V$	Volume	[m <sup>3</sup> ]
$W$	Berat ( <i>wight</i> )	[N]
$W_g$	Tahanan gerbong	[kg]
$W_k$	Tahanan lengkung	[kg]
$W_l$	Tahanan lokomotif	[kg]
$W_s$	Tahanan percepatan	[kg]
$W_w$	Tahanan rolling	[kg]

