

**PROSES MANUFAKTUR PINTU KERETA API DARI BAHAN  
KOMPOSIT SANDWICH. BERPENGUAT SERAT GELAS  
DENGAN CORE KAYU SENGON LAUT  
(Metode Dry Vacuum)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Jurusan Teknik Mesin**



oleh :

Nama : Dian Rusdiana

No. Mahasiswa : 00 525 087

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2008**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**MANUFAKTUR PINTU KERETA API DARI BAHAN**  
**KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT GELAS**  
**DENGAN CORE KAYU SENGON LAUT**

*(Metode Dry Vacuum)*

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Dian Rusdiana

No. Mahasiswa : 00 525 087

Yogyakarta, Agustus 2008

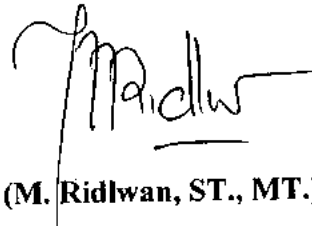
Menyetujui,

Pembimbing I



(Kuncoro Diharjo, ST., MT.)

Pembimbing II



(M. Ridwan, ST., MT.)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan Kepada :*

Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya  
Nabi Muhammad. SAW sebagai *Sayyidul anam*

*Ayah Eman Sulaeman dan Bunda Juliawati*

Tak pernah letih kau menuang kasih  
Tiada letih doamu memberi  
Menuntun setiap langkahku  
Janganlah terhenti semua yang kau beri  
Janganlah terhenti doamu mengalir

*My Love Azizah*

Tetaplah menjadi malaikat hatiku dan pensuport kehidupan

*Dosen & staff Jurusan Teknik Mesin FTI - VII*  
Yang dengan tulus ikhlas mendidik dan membimbingku

*Staff karyawan PT. Inka Madiun*

Thanks buat bantuan, dukungan dan bimbingannya

*All people Angkatan '00*

You are the best I ever had and thanks for your support

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### MANUFAKTUR PINTU KERETA API DARI BAHAN KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT GELAS DENGAN CORE KAYU SENGON LAUT (Metode *Dry Vacuum*)

#### TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Dian Rusdiana  
No. Mahasiswa : 00 525 087

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Oktober 2008

Tim Penguji

Muhamand Ridlwan, S.T.,M.T.  
Ketua

Ir. Zakky Sulistiawan, M.Sc.  
Anggota I

Agung Nugroho Adi, S.T.,M.T.  
Anggota II

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Muhamand Ridlwan, ST., MT.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan Kepada :*

Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya  
Nabi Muhammad. SAW sebagai *Sayyidul anam*

*Ayah Eman Sulaeman dan Bunda Juliawati*

Tak pernah letih kau menuang kasih  
Tiada letih doamu memberi  
Menuntun setiap langkahku  
Janganlah terhenti semua yang kau beri  
Janganlah terhenti doamu mengalir

*My Love Azizah*

Tetaplah menjadi malaikat hatiku dan pensuport kehidupan

*Dosen & staff Jurusan Teknik Mesin FTI - VII*

Yang dengan tulus ikhlas mendidik dan membimbingku

*Staff karyawan PT. Inka Madiun*

Thanks buat bantuan, dukungan dan bimbingannya

*All people Angkatan '00*

You are the best I ever had and thanks for your support

## HALAMAN MOTTO

**“ kebahagiaan datang jika... kita berhenti mengeluh tentang kesulitan**

**Yang kita miliki & mengucapkan terima kasih atas**

**Kesulitan yang menimpa kita “**

**“ Maka sesungguhnya dibalik kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila**

**kamu telah selesai ( dari suatu urusan ) kerjakanlah dengan**

**sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada**

**tuhanmulah hendaknya kamu berharap “**

**( Qs. Al Insyrah 6-8 )**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr, Wb.*

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia.

Tema penelitian yang dipilih adalah **Manufaktur Pintu Kereta Api Dari Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Gelas Dengan Core Kayu Sengon Laut (Metode Dry Vaccum)**. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan terobosan bagi dunia industri transportasi khususnya kereta api, yang selama ini masih menggunakan material logam (*steel*) sebagai struktur gerbong kereta, untuk beralih ke material komposit yang memiliki banyak keunggulan baik dari segi fisik maupun mekanis. Dari penelitian yang dilakukan juga diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan terhadap pengembangan material komposit sebagai bahan alternatif di masa yang akan datang.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, dengan kerendahan hati penulis mohon maaf jika dalam penulisan masih banyak terdapat kekeliruan, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan ini.

Dalam pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya laporan penelitian ini, tidak terlepas dari berbagai kesulitan dan kekeliruan. Namun, atas bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

2. Bapak M Ridlwan ST, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir II dan selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Kuncoro Diharjo, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan yang telah berkenan membimbing penulis selama penyusunan laporan ini.
4. Bapak Sigit, ST. selaku pembimbing di PT. Inka Madiun yang telah membimbing dan membantu kelancaran pelaksanaan tugas akhir.
5. Dosen dan Staff Jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.
6. Bapak Widodo, Gaguk, Agus Togel, terima kasih atas bimbingan dan pengarahan selama di Inka.
7. Ayahanda Eman Sulaeman, Ibunda Juliawati, Aa Agus, Teh Eka, Teh Ida, Aa Dedy tersayang, terima kasih atas keiklasan, ketulusan, dorongan, doa dan restumu untuk ananda.
8. Orang yang saya sayangi dan cintai Azizah yang tiada henti memberikan support dan doa.
9. Teman-teman seperjuangan (angkatan 2000).
10. Teman-teman Kost yang telah memberikan support.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk perbaikan penulis di masa yang akan datang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu 'alaikum Wr, Wb.*

Yogyakarta, Oktober 2008

Dian Rusdiana



## ABSTRAK

*Serat dan core sintetis sebagai komponen komposit sandwich terbukti mahal dan tidak ramah lingkungan, sedangkan sumber daya alam Indonesia sangat melimpah akan bahan alam dan juga ditunjang sumber daya manusia yang masih banyak membutuhkan lahan garap sebagai lapangan pekerjaan. Sehingga kembali ke alam adalah langkah yang cerdas dan bijaksana untuk kondisi tersebut. Inovasi terhadap bahan alam dilakukan untuk menghilangkan kelemahan pada sifat mekanisnya. Kayu sengon laut dapat dijadikan sebagai komponen komposit sandwich.*

*Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit sandwich dengan skin (lapisan) dari plat Aluminium dengan susunan simetri atas bawah (acak-acak-anyam) yang dibatasi ditengah dengan kayu sengon laut sebagai core (inti). Variable ketebalan core kayu sengon laut yang digunakan adalah 20 mm. Pada proses pembuatan komposit sandwich dengan core kayu sengon laut ini dibuat dengan proses dry vacuum.*

*Hasil penelitian menunjukkan komposit sandwich dengan panjang span 170 mm memiliki momen bending rata-rata pada sampel spesimen didapatkan sebesar 9793 N/mm, dan harga rata-rata tegangan bendingnya 1,825 N/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian komposit sandwich dengan pengujian impak didapatkan harga rata-rata untuk tenaga patah sebesar 9,34 Joule dengan harga keuletan sebesar 0,23 Joule/mm<sup>2</sup>. Kekuatan bending daan impak komposit sandwich bervariasi dikarenakan letak pengambilan sampel ujinya yang berbeda-beda. Penampang kerusakan menunjukkan kegagalan didominasi oleh lemahnya ikatan interface antara core dan skin. Kekuatan bending komposit sandwich dapat ditingkatkan dengan menggunakan core yang memiliki sifat adhesive lebih tinggi.*

**Kata kunci :** Skin, Core, Komposit sandwich, Kekuatan bending dan Impak

## DAFTAR ISI

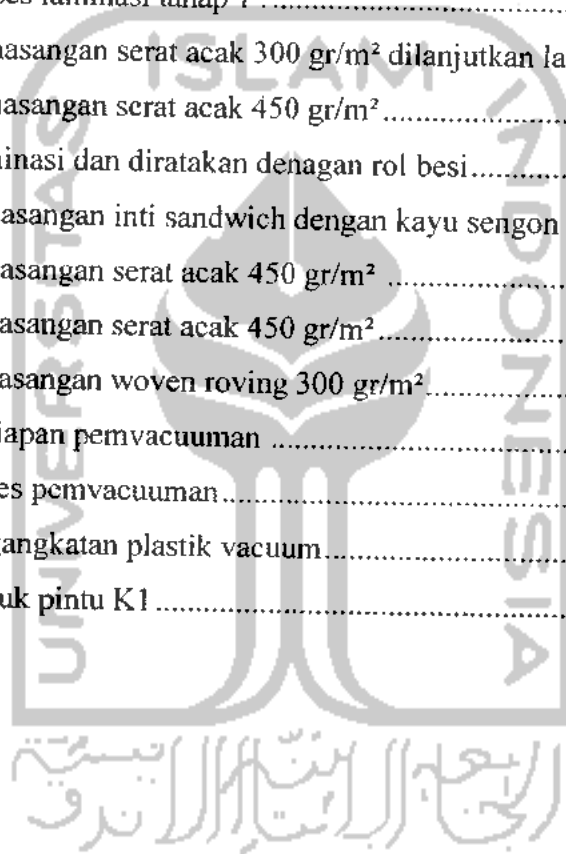
<b>Halaman judul</b> .....	i
<b>Lembaran pengesahan dosen pembimbing</b> .....	ii
<b>Halaman persembahan</b> .....	iii
<b>Halaman motto</b> .....	iv
<b>Kata pengantar</b> .....	v
<b>Abstraksi</b> .....	vii
<b>Daftar isi</b> .....	viii
<b>Daftar gambar</b> .....	xi
<b>Daftar tabel</b> .....	xiii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan pustaka.....	6
2.2. Pengertian Komposit.....	7
2.3. Komposit <i>Sandwich</i> .....	8
2.3.1. Komponen Penyusun Komposit <i>Sandwich</i> .....	9
2.3.1.1. <i>Core</i> .....	9
2.3.1.2. <i>Skin</i> .....	12
2.3.1.3. Kayu Sengon Laut.....	13
2.4. Kajian Teori Komposit.....	13
2.4.1. Resin/Matrik.....	13

	2.4.2. Serat Gelas .....	15
4.3.1	2.5. Proses Manufaktur Komposit .....	16
4.3.2	2.5.1. <i>Hand Lay Up</i> .....	16
4.3.3	2.5.2. <i>Vacuum Bagging</i> .....	17
4. Kelel	2.6. Komposisi .....	18
4.4.1	2.7. Kekuatan Bending.....	19
4.4.2	2.8. Model Kegagalan Komposit <i>Sandwich</i> Akibat Uji Bending .....	21
5. Anal	2.9. Kekuatan Impak .....	22
6. Anal	<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
B V : PE	3.1. Alat dan Bahan.....	25
1. Kesi	3.1.1. Alat-alat Penelitian.....	25
2. Saraf	3.2.2. Bahan-bahan penelitian.....	25
	3.2. Pelaksanaan penelitian .....	26
	3.2.1. Pencampuran bahan penyusun matrik .....	26
TAR PU	3.3. Diagram Alur Penelitian .....	27
PIRAN	3.4. Serat Gelas .....	28
	3.5. Resin dan Katalis sebagai matrik .....	28
	3.6. Pengolahan Bahan Kayu Sengon Laut.....	29
	3.7. Desain dan Konfigurasi <i>Sandwich</i> Panel .....	30
	3.8. Pengujian Komposit.....	31
	3.9. Cara pembuatan pintu kereta api dengan <i>core</i> kayu sengon laut.....	32
	3.10. Pembongkaran dan <i>Finishing</i> produk .....	33
	3.10.1. Pembongkaran produk pintu kereta api .....	33
	3.10.2. <i>Finishing</i> produk pintu kereta api .....	33
	<b>BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
	4.1. Sifat Mekanis Komposit <i>Sandwich</i> .....	34
	4.1.1. Pengujian Bending.....	34
	4.1.2. Pengujian Impak .....	36
	4.2. Manufaktur Komposit <i>Sandwich</i> .....	38
	4.3. Analisa Produk Pintu Kereta Api Dari Bahan Komposit <i>Sandwich</i> . .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur komposit <i>sandwich</i> .....	8
Gambar 2.2	Berbagai variasi bentuk <i>core</i> PVC.....	10
Gambar 2.3	Fleksibilitas core terhadap bentuk yang rumit .....	11
Gambar 2.4	Proses <i>hand lay up</i> .....	17
Gambar 2.5	Proses <i>vacuum bagging</i> .....	17
Gambar 2.6	<i>Basic Vacuum Bagging</i> .....	18
Gambar 2.7	Bentuk dan dimensi uji bending komposit <i>sandwich</i> .....	19
Gambar 2.8	Fenomena defleksi pada balok .....	21
Gambar 2.9.	Skema Model kerusakan komposit sandwich akibat uji bending Intention .....	22
Gambar 2.10.	Model kerusakan.....	22
Gambar 2.11.	Metode pengujian Impak <i>charpy</i> .....	23
Gambar 2.12.	Macam-macam kerusakan akibat beban impact .....	24
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2.	Gambar serat gelas.....	28
Gambar 3.3.	Bentuk kayu sengon laut dalam bentuk gelondongan dan tampak depan .....	29
Gambar 3.4.a	Bentuk potongan melintang kayu sengon laut .....	30
Gambar 3.4.b.	Bentuk panel sengon laut .....	30
Gambar 3.5.	Struktur <i>Sandwich Panel</i> .....	30
Gambar 3.6.	Mesin Uji bending dan spesimen uji.....	31
Gambar 3.7	Mesin Uji Impact dan penempatan spesimen .....	32
Gambar 4.1.	Besar momen bending dan tegangan bending pada spesimen uji.....	34

Gambar 4.2. Bentuk patahan dan delaminasi pengujian bending.....	34
Gambar 4.3.a. Diagram batang hasil tenaga patah .....	36
Gambar 4.3.b. Nilai keuletan komposit <i>sandwich</i> pada pengujian impak.....	36
Gambar 4.4. Bentuk patahan dan delaminasi komposit <i>sandwich</i> pada pengujian impak.....	38
Gambar 4.5. Persiapan tempat dan alat.....	40
Gambar 4.6. Proses laminasi tahap 1 .....	40
Gambar 4.7. Pemasangan serat acak 300 gr/m <sup>2</sup> dilanjutkan laminasi .....	40
Gambar 4.8. Pemasangan serat acak 450 gr/m <sup>2</sup> .....	41
Gambar 4.9. Laminasi dan diratakan dengan rol besi.....	41
Gambar 4.10. Pemasangan inti sandwich dengan kayu sengon laut .....	41
Gambar 4.11. Pemasangan serat acak 450 gr/m <sup>2</sup> .....	42
Gambar 4.12. Pemasangan serat acak 450 gr/m <sup>2</sup> .....	42
Gambar 4.13. Pemasangan woven roving 300 gr/m <sup>2</sup> .....	42
Gambar 4.14. Persiapan pemvacuuman .....	43
Gambar 4.15. Proses pemvacuuman.....	43
Gambar 4.16. Pengangkatan plastik vacuum.....	44
Gambar 4.17. Produk pintu K1 .....	44



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat- sifat mekanis <i>core divinycell</i> .....	11
Tabel 2.2. Propertis Katu Sengon Laut .....	13
Tabel 2.3. Sifat-sifat serat gelas .....	16
Tabel 2.4. Komposisi senyawa kimia serat gelas.....	16
Tabel 3.1. Komposisi bahan matrik untuk pembuatan komposir GFRP .....	27
Tabel 4.1. Ukuran spesimen bending dan hasil .....	34
Tabel 4.2. Tenaga patah hasil uji impak .....	36
Tabel 4.3. Harga produksi panel kayu sengon laut.....	47

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية