

**PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP  
KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT CANTULA  
DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE KOMBINASI C-FLUTE  
DAN A-FLUTE**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Oktober 2013**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wirawan Yogi Panuti  
NIM : K2509064  
Jurusan/ Program Studi : PTK/ Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **“PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT CANTULA DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE KOMBINASI FLUTE DAN A-FLUTE”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Oktober 2013

Yang membuat pernyataan

Wirawan Yogi Panuti

**PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP  
KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT  
CANTULA DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE  
KOMBINASI FLUTE DAN A-FLUTE**



Oleh :

**WIRAWAN YOGI PANUTI**

**K 2509064**

Skripsi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Oktober 2013**

## PERSETUJUAN

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

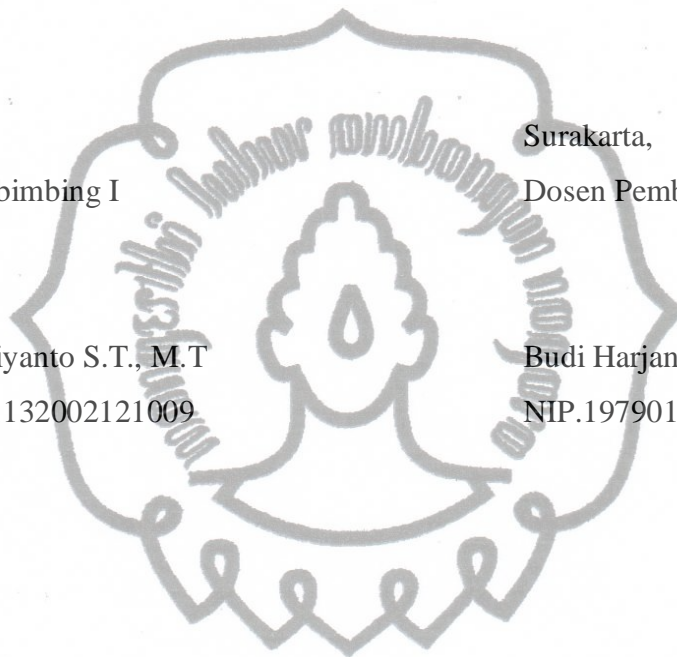
Dosen Pembimbing I

Yuyun Estriyanto S.T., M.T  
NIP 197801132002121009

Surakarta, Oktober 2013

Dosen Pembimbing II

Budi Harjanto, S.T., M.Eng.  
NIP.197901162005011001



## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan.

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji Skripsi

Nama Terang

Tanda Tangan

Ketua : Drs. Suwachid, M.Pd., M.T.

Sekretaris : Dinar Susilo Wijayanto, S.T., M.Eng.

Anggota I : Yuyun Estriyanto, S.T., M.T.

Anggota II : Budi Harjanto, S.T., M.Eng.

Disahkan oleh:

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sebelas Maret

Dekan,

Prof. Dr. H. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd.

NIP 196007271987021001

**ABSTRAK**

Wirawan Yogi Panuti. **PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT CANTULA DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE KOMBINASI C-FLUTE DAN A-FLUTE.** Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Oktober 2013.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan *core* terhadap kekuatan *bending* komposit *sandwich* serat *cantula* dengan *core honeycomb* kardus tipe kombinasi *C-Flute* dan *A-Flute*.

Bahan pembuatan *skin* menggunakan serat *cantula* dengan model penempatan searah dan mendapatkan perlakuan alkali ( 2% NaOH ) selama 6 jam kemudian proses cetak dengan metode *hand lay up* menggunakan fraksi 40 : 60 resin BQTN 157 dengan ketebalan *skin* 4 mm. Proses pembuatan *core honeycomb* kombinasi *C-Flute* dan *A-Flute* menggunakan arah susunan Horizontal Gelombang Dua arah (HGD) dengan variasi tebal *core* 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm kemudian perekat antara *skin* dan *core* memakai *Adhesive epoxyversamid 140*. Pengujian yang dilakukan adalah uji *bending* dengan mengacu pada standart ASTM C 393. Kegagalan uji *bending* dianalisis dengan menggunakan foto makro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi ketebalan *core* berpengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit *sandwich* serat *cantula* dengan *core honeycomb* kardus tipe kombinasi *C-Flute* dan *A-Flute*, dimana kekuatan *bending* tertinggi komposit *sandwich* berada pada ketebalan *core* 10 mm dengan nilai 14,800MPa kemudian *core shear stress* dan *facing bending stress* tertinggi tetap pada ketebalan *core* 10 mm dengan nilai 0,634 MPa dan 14,271 MPa. Pola kegagalan yang terjadi adalah gagal *core*, *delaminasi*, *deformasi* dan kegagalan *skin* akibat beban tarik.

**Kata Kunci** : komposit *sandwich*, serat *cantula*, ketebalan *core*, *bending*, kardus tipe *C-Flute* dan *A-Flute*

## ABSTRACT

Wirawan Yogi Panuti. **THE EFFECT OF THE VARIATION OF CORE THICKNESS ON BENDING CHARACTERISTIC OF CANTULAS' FIBER SANDWICH COMPOSITE WITH THE TYPE COMBINATION C-FLUTE AND A-FLUTE OF CARDBOARD HONEYCOMB CORE.** Thesis: Faculty of Teacher Training and Education Science Sebelas Maret University Surakarta, October, 2013.

The purpose of this research is to investigate the effect of the variation of core thickness on strength bending characteristic of cantulas' fiber sandwich composite with the type combination C-Flute and A-Flute of cardboard honeycomb core.

Cantulas' fiber is used to make the skin by applied it in the same way and get alkali ( 2% NaOH ) in 6 hours. Hand lay up method is used in the production process by using fraction 40:60 resin BQTN 157 with the thickness of skin 4mm. in making the combination between C-Flute and A-Flute core honeycomb used Horizontal Gelombang Dua arah ( HGD ) method with the variation of the core thickness 10 mm, 20mm, and 40 mm. then , adhesive epoxy versamid 140 is used to glue between skin and core. the mechanical test is conducted using bending test according to ASTM C 393 standart. the failure observation of the bending test is done by makro photo.

The result shows that the variation of core thickness influence the strength of bending sandwich cantulas' fiber sandwich composite with the type combination C-Flute and A-Flute of cardboard honeycomb core . the maximum weight of the bending sandwich composite is in the 10mm of the core thickness with the value 14,800MPa, on core shear stress and facing bending stress is in the 10mm of the core thickness with the value 0,634 MPa and 14,271 MPa. the pattern of failure is in the core failure, delaminasi, deformasi and in the skin is causes of load tensile.

keywords : sandwich composite, cantulas' fiber, core thickness, bending, cardboard type C-Flute and A-Flute

## MOTTO

Kemenangan yang seindah – indahnyanya dan sesukar – sukarnya yang boleh direbut oleh manusia ialah menundukan diri sendiri.

*(Ibu Kartini )*

Kepandaian pada orang yang tidak sopan, tidak akan menjadikannya terhormat

*( Mario Teguh )*

*Jika anda memiliki keberanian untuk memulai, anda juga memiliki keberanian untuk sukses*

*(David Viscoot)*

Jadilah orang yang bermanfaat bagi orang lain

*( Wirawan Yogi Panuti )*

Semangat , Do'a dan Integritas adalah modal untuk meraih kesuksesan

*( Wirawan Yogi Panuti )*

Sukses bukanlah akhir dari segalanya, kegagalan bukanlah sesuatu yang fatal: namun keberanian untuk meneruskan kehidupanlah yang diperhatikan

*(Sir Winston Churchill)*



## PERSEMBAHAN

*Dengan segenap ketulusan dan kerendahan hati, ku ucapkan terima kasih dan ku persembahkan sebuah tulisan pena ini kepada :*

*Bapak, Ibu<sup>2</sup>ku tercinta yang telah memberiku kasih sayang, pengorbanan dan doa<sup>2</sup>nya*

*Kakek, Nenek serta Bulik yang telah memberikan tempat tinggal untuk memperlancar meraih gelar sarjana dan pemberi semangat*

*Adikku ( Arif, Bimo, Intan ) yang selalu memberikan perhatian dan semangat*

*Bosku ( Pak Adi dan Bu shinta ) yang memberikan fasilitas<sup>2</sup>nya serta membuat segalanya menjadi mudah*

*Sahabat<sup>2</sup>ku ( Bambang, Hasbu, Lina dan semua anak-anak PTM'09 ) yang telah memberikan motivasi, bantuan, dan persahabatan*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah dan bimbingan-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Variasi Ketebalan Core Terhadap Karakteristik Bending Komposit Sandwich Serat Cantula dengan Core Honeycomb Kardus Tipe Kombinasi C-flute dan A-flute”**

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana pendidikan di Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd. selaku dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
2. Bapak Drs. Sutrisno, S.T., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik dan Keguruan FKIP UNS.
3. Bapak Yuyun Estriyanto S.T., M.T. selaku pembimbing akademik.
4. Bapak Yuyun Estriyanto, S.T., M.T. dan Bapak Budi Harjanto, S.T., M.Eng yang dengan sabar dan penuh pengertian telah memberikan banyak bantuan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Pendidikan Teknik Mesin FKIP UNS yang telah membuka wacana keilmuan penulis.
6. Bapak Maruto, S.T. di Laboratorium Material FT Universitas Sebelas Maret yang telah membantu penulis dalam pengujian spesimen penelitian.
7. Bapak, Ibu dan Adik tercinta Arif, Bimo dan Intan yang telah memberikan semangat, dukungan kepada penulis baik moril maupun materiil.
8. Kakek dan nenek serta paman dan bulik yang dengan sabar memberikan nasehat agar menjadi orang yang sukses.
9. Semua teman-teman PTM'09 yang telah memberikan semangat kepada penulis

10. Bambang, Hasbu dan Lina yang melakukan penelitian bersama-sama dengan penulis.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta do'anya, terima kasih.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Oktober 2013

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	vii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	viii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Malasalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
1. Manfaat Teoritis .....	5
2. Manfaat Praktis .....	5

**BAB II LANDASAN TEORI**

A. Kajian Teori .....	6
1. Pengertian Komposit .....	7
2. Pengertian Komposit <i>Sandwich</i> .....	10
3. Perlakuan Alkali .....	17
4. Proses Pembuatan Komposit .....	17
5. Fraksi Volume .....	18
6. Fraksi Berat .....	19
7. Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	20
8. Pola Kegagalan Komposit <i>Sandwich</i> .....	22
B. Penelitian yang Relevan .....	24
C. Hipotesis .....	28

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
1. Tempat Penelitian .....	29
2. Waktu Penelitian .....	29
B. Teknik Pengumpulan Data .....	30
1. Identifikasi Variabel .....	30
C. Alat dan Bahan .....	30
1. Alat – alat yang Digunakan .....	30
2. Bahan – Bahan yang Digunakan .....	33
D. Rancangan Penelitian .....	35
E. Bentuk dan Dimensi Spesimen Uji .....	36
1. Bentuk 2 Dimensi .....	36
2. Bentuk 3 Dimensi .....	37
F. Tata Cara Penelitian .....	37
1. Penyiapan <i>Corrugate Cardboard C-flute</i> dan <i>A-flute</i> <i>sebagai Core</i> .....	37
2. Penyiapan Serat .....	38
3. Proses Pembuatan Spesimen <i>Skin</i> .....	40

4. Proses Fabrikasi komposit <i>Sandwich</i> .....	44
5. Pengujian Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> .....	45
6. Teknik Analisis.....	45

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

A. Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>CoreHoneycomb</i> Kardus Tipe Kombinasi <i>C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> ...	47
1. Kekuatan <i>Bending</i> .....	47
2. Variasi Ketebalan <i>Core</i> terhadap <i>Core Shear Stress</i> .....	49
3. Pengaruh Tebal <i>Core</i> terhadap <i>Facing Bending Stress</i> .....	50
B. Analisis Foto Makro Kegagalan Uji <i>Bending</i> .....	57
1. Kegagalan <i>Delaminasi</i> .....	57
2. Kegagalan <i>Core</i> dan <i>Deformasi Core</i> .....	59
3. Gagal <i>Skin</i> .....	60

#### **BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	62
B. Implikasi .....	63
C. Saran .....	64

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	65
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	69
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tipe Serat pada Komposit ( Gibson, 1994 ) .....	9
Gambar 2.2. Struktur Komposit <i>Sandwich</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> .....	11
Gambar 2.3. <i>Core Honeycomb</i> dengan Arah Susunan Horizontal Gelombang Dua arah ( HSG ) .....	13
Gambar 2.4. <i>Agave cantula Roxb</i> .....	15
Gambar 2.5. Proses <i>Hand lay up</i> (Gibson, 1994 ).....	18
Gambar 2.6. Skema Uji <i>Bending</i> .....	20
Gambar 2.7. Kegagalan Bagian <i>Skin</i> Akibat Beban Tarik.....	23
Gambar 2.8. Kegagalan Bagian <i>skin</i> Akibat Beban <i>Buckling</i> .....	23
Gambar 2.9. Kegagalan Geser pada Bagian <i>Core</i> .....	23
Gambar 2.10. Kegagalan Delaminasi Antara Komposit <i>Skin</i> dan <i>Core</i> .....	23
Gambar 3.1. Neraca Elektronik HR 200 AND .....	31
Gambar 3.2. Mesin Press .....	31
Gambar 3.3. <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) .....	32
Gambar 3.4. Cetakan .....	32
Gambar 3.5. Gelas Ukur .....	33
Gambar 3.6. Dimensi Komposit <i>Sandwich</i> .....	36
Gambar 3.7. Gambar 3D Komposit <i>Sandwich Core Honeycomb</i> .....	37
Gambar 3.8. Dimensi Geometri dan Tipe <i>Flute Corrugated Cardboard</i> .....	37
Gambar 3.9. <i>Core Honeycomb</i> .....	38
Gambar 3.10. Pencucian Serat <i>Cantula</i> .....	38
Gambar 3.11. Perendaman Serat <i>Cantula</i> .....	39
Gambar 3.12. Pengeringan dan Meluruskan Serat <i>Cantula</i> .....	40
Gambar 3.13. Persiapan Pembuatan <i>Skin</i> .....	41
Gambar 3.14. Pengolesan <i>Release</i> .....	42
Gambar 3.15. Penuangan Katalis ke dalam Resin .....	42
Gambar 3.16. Penuangan Resin ke dalam Cetakan .....	42
Gambar 3.17. Penuangan Resin dan Serat .....	43
Gambar 3.18. Menutup Cetakan dan Memasukkan ke dalam Mesin Press .....	43

Gambar 3.19. Proses Perapian Spesimen .....	44
Gambar 3.20. Penuangan <i>Adhesive</i> pada <i>Face</i> Komposit <i>Cantula</i> .....	44
Gambar 3.21. Diagram Alir Penelitian .....	46
Gambar 4.1. Grafik Kekuatan <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Variabel <i>Core</i> ....	48
Gambar 4.2. Grafik Kekuatan <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Variabel <i>Core</i> ...	50
Gambar 4.3. Grafik Kekuatan <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Variabel <i>Core</i> ...	51
Gambar 4.4. Grafik dan Spesimen <i>Core</i> 10 mm .....	53
Gambar 4.5. Grafik dan Spesimen <i>Core</i> 20 mm .....	54
Gambar 4.6. Grafik dan Spesimen <i>Core</i> 30 mm .....	55
Gambar 4.7. Grafik dan Spesimen <i>Core</i> 40 mm .....	56
Gambar 4.8. <i>Delaminasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 10 mm .....	57
Gambar 4.9. <i>Delaminasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 20 mm .....	57
Gambar 4.10. <i>Delaminasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 30 mm .....	58
Gambar 4.11. <i>Delaminasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 40 mm .....	58
Gambar 4.12. Gagal <i>Core</i> dan <i>Deformasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 10 mm .....	59
Gambar 4.13. Gagal <i>Core</i> dan <i>Deformasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 20 mm .....	59
Gambar 4.14. Gagal <i>Core</i> dan <i>Deformasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 30 mm .....	59
Gambar 4.15. Gagal <i>Core</i> dan <i>Deformasi</i> Akibat Beban <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> dengan Ketebalan <i>Core</i> 40 mm .....	60
Gambar 4.16. Gagal <i>Skin</i> Atas Akibat Terkena Beban Tekan Saat Uji <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> .....	61
Gambar 4.17. Gagal <i>Skin</i> Bawah Akibat Terkena Beban Tarik Saat Uji <i>Bending</i> pada Komposit <i>Sandwich</i> .....	61



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Bahan yang Biasa Digunakan Sebagai <i>Face</i> .....	14
Tabel 2.2. Sifat Serat <i>Cantula</i> .....	15
Tabel 3.1. Alokasi Waktu Penelitian .....	29
Tabel 3.2. Bahan Penyusun Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> <i>Core Honeycomb</i> Kardus Tipe Kombinasi <i>C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> .....	34
Tabel 3.3. Sifat Resin <i>Unsaturated Polyester Yukalac® 157 BQTN-EX</i> .....	35
Tabel 3.4. Variasi Penelitian.....	35
Tabel 4.1. Hasil Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus Tipe <i>C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> .....	47
Tabel 4.2. Hasil Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus Tipe <i>C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> .....	49
Tabel 4.3. Hasil Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus Tipe <i>C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Pengajuan Judul Skripsi .....	69
2. Daftar Kegiatan Seminar Proposal .....	70
3. Surat Permohonan Ijin Penyusunan Skripsi .....	72
4. Surat Keputusan Dekan FKIP .....	73
5. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> Rektor .....	74
6. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> Lab. Material FT UNS .....	75
7. Hasil Perhitungan Kekuatan <i>Bending</i> .....	76
8. ASTM C-393 .....	78
9. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 10 mm Replika 1 .....	82
10. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 10 mm Replika 2 .....	83
11. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 10 mm Replika 3 .....	84
12. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 10 mm Replika 4 .....	85
13. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 10 mm Replika 5 .....	86
14. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 20 mm Replika 1 .....	87
15. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 20 mm Replika 2 .....	88
16. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 20 mm Replika 3 .....	89
17. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 20 mm Replika 4 .....	90
18. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore Honeycomb C-Flute dan A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 20 mm Replika 5 .....	91

19. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 30 mm Replika 1 .....	92
20. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 30 mm Replika 2 .....	93
21. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 30 mm Replika 3 .....	94
22. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 30 mm Replika 4 .....	95
23. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 30 mm Replika 5 .....	96
24. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 40 mm Replika 1 .....	97
25. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 40 mm Replika 2 .....	98
26. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 40 mm Replika 3 .....	99
27. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 40 mm Replika 4 .....	100
28. Diagram Uji Bending Komposit <i>Sandwich Serat CantulaCore</i> <i>Honeycomb C-Flute</i> dan <i>A-Flute</i> Variabel <i>Core</i> 40 mm Replika 5 .....	101
29. Foto Dokumentasi Proses Fabrikasi Serat dan Penempelan <i>Core</i> .....	102
30. Foto Dokumentasi Proses Fabrikasi <i>Skin</i> serta Penempelan <i>Skin</i> dan <i>Core</i> .....	105
31. Foto Dokumentasi Proses Penempelan <i>Skin</i> dan <i>Core</i> serta Pengujian <i>Bending</i> .....	108