

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



Oleh :  
**BAMBANG SRI PRIHATIN**  
**K2509010**

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

*commit to user*

**PERYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bambang Sri Prihatin  
NIM : K2509010  
Jurusan/Program Studi : JPTK/Pendidikan Teknik Mesin

menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **“PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT CANTULA DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE 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



**Bambang Sri Prihatin**

**NIM. K2509010**

*commit to user*

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



**Ditulis dan diajukan untuk memenuhi syarat 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**

*commit to user*

## PERSETUJUAN

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



Surakarta, Oktober 2013

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Yuyun Estriyanto, S.T., M.T.**

**NIP. 19780113 200212 1 009**

**Damar Susilo W., S.T., M.Eng.**

**NIP : 19790124 200212 1 002**

## 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 mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan.

Hari : Senin

Tanggal : 28 Oktober 2013

Tim Penguji Skripsi

Nama terang

Tanda Tangan

Ketua : Budi Harjanto, S.T., M.Eng.,

Sekretaris : Basori, S.Pd., M.Pd.

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

Anggota II : Danar Susilo Wijayanto, S.T., M.Eng.

Disahkan oleh

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sebelas Maret



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

NIP 19600727 198702 1 001

..... user

## ABSTRAK

Bambang Sri Prihatin, **PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP KARAKTERISTIK BENDING KOMPOSIT SANDWICH SERAT CANTULA DENGAN CORE HONEYCOMB KARDUS TIPE A-FLUTE.** Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Oktober 2013.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan *core honeycomb* kardus tipe *A-Flute* terhadap tegangan *bending* komposit *sandwich* serat *cantula*. Manfaat penelitian ini adalah menjadikan serat *cantula* dan kardus *A-Flute* sebagai bahan alternatif penguat komposit yang ramah lingkungan dengan mengetahui nilai tegangan *bending* dari komposit *sandwich* serat *cantula* pada masing-masing variasi ketebalan *core*.

Variasi ketebalan *core* yang digunakan pada komposit *sandwich* serat *cantula* dengan *core honeycomb* kardus tipe *A-Flute* adalah 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm. *Core* kardus disusun dengan susunan HGD (Horisontal Gelombang Dua Arah). *Face sheet* yang digunakan pada masing – masing spesimen menggunakan fraksi berat serat *cantula* 40% dengan susunan serat searah. Serat *cantula* yang digunakan berasal dari tanaman *Agave Cantula Roxb* dan mengalami perlakuan alkali (NaOH) 2% selama 6 jam. *Polyester* yang digunakan dalam pembuatan *face sheet* adalah resin *Unsaturatd Polyester Yukalac® 157 BQTN-EX*. Pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay- up* dengan fraksi berat 40%. *Adhesive* yang digunakan adalah Epoxy Versamid 140.

Spesimen dan pengujian *bending* mengacu pada ASTM C393 dengan menggunakan metode *three point bending*. Spesimen uji yang digunakan pada setiap pengujian variasi ketebalan *core* adalah 5 buah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi ketebalan *core* kardus tipe *A-Flute* berpengaruh terhadap tegangan *bending* komposit *sandwich* serat *cantula*. Perbedaan tegangan *bending* berbanding terbalik dengan ketebalan *core*. Nilai *bending* tertinggi dicapai pada ketebalan *core* 10 mm dengan tegangan *bending* sebesar 15,12 MPa dan nilai terendah diperoleh dari ketebalan *core* 40 mm dengan tegangan *bending* 4,53 MPa.

Kata Kunci: Komposit *Sandwich*, Serat *Cantula*, Ketebalan *Core*, Tegangan *Bending*.



## ABSTRACT

Bambang Sri Prihatin, **THE EFFECT OF CORE THICKNESS VARIATION ON BENDING CHARACTERISTIC OF CANTULA SANDWICH COMPOSITE WITH A-FLUTE CORRUGATED CARDBOARD HONEYCOMB CORE.** Thesis. Faculty of Teacher Training and Education. Sebelas Maret University, October, 2013.

The purpose of this research is to determine the effect of A-Flute corrugated cardboard honeycomb core thickness variation on bending stress of cantula sandwich composite. The benefit of this research is becoming cantula fiber and A-Flute cardboard as alternative materials for composite filler that environment friendly by knowing the bending stress value of cantula sandwich composite due to each core thickness variation.

The core thickness variation that used in cantula sandwich composite with A-Flute corrugated cardboard honeycomb core were 10mm, 20mm, 30mm, and 40mm. The corrugated cardboard honeycomb core were assembled by HGD construction. Face sheet on each specimen were using weight content of cantula 40% with single way construction. The cantula fiber were come from Agave Cantula Roxb and given treatment by alkali (NaOH) 2% for 6 hours. Polyester that applied in this research is *Unsaturatd Polyester Yukalac® 157 BQTN-EX*. Methode of hand lay up is used to fabricate the composite due to weight content 40%. Adhesive that applied in this research is Epoxy Versamid 140.

The mechanical test and the specimens were according to ASTM C393. The number of specimens that used to each core thickness variation tests were 5 specimens.

The results of this research shows that core thickness variation of A-Flute Corrugated cardboard honeycomb core infected the bending stress of cantula sandwich composite. The differentiation of bending stress is inversely proporsional to core thickness. The highest value reached by 10 mm core thickness that is 15,12 MPa and the lowest value reached by 40 mm core thickness that is 4,53 MPa.

Keywords : Composite, Cantula, Core Thickness, Bending Stress.

## MOTTO

*Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu. (Q.S. Yasiin : 82)*

*Hal besar berawal dari hal kecil. Jangan kecilkan cita – cita dan impianmu karena apa yang kamu miliki saat ini, tapi besarkan cita – cita dan impianmu karena kamu dapat menjadi lebih dari apa yang mungkin kamu bayangkan.*

*Bambang Sri Prihatin*

**TAKE ACTION, MAKE IT HAPPEN!**

*E-Camp*

*When you do nothing, nothing is happen,  
but when you take action, miracles happen.*

*Tung Dsem Waringin*

*Belajar adalah proses penemuan secara terus-menerus tanpa akhir.*

*Tahu saja tidak cukup Anda harus mengaplikasikannya*

*Ingin saja tidak cukup Anda harus melakukannya.*

*Bruce Lee*

*You can if you think you can, you can't if you think you can't.*

*Anonim*

*commit to user*



## PERSEMBAHAN

*Untuk akhir yang menjadi awal langkah baru, terima kasih saya persembahkan kepada*

*Allah SWT*

*Ayah dan Bunda tercinta yang sangat kucintai dan kusayangi,  
yang kekuatan kasih sayangmu menjadi motivasiku untuk berjuang mencapai  
impian besarku dan menjadi putra kebanggaan keluarga. Terima kasih atas segala  
do'a, ketulusan, pengorbanan dan motivasinya.*

*Kakak - kakakku tersayang  
Saya akan selalu menjadi adik yang baik dan membanggakanmu.*

*Keluarga besar Warno Utomo*

*Calon istriku yang menjadi inspirasi dan semangat untukku*

*Rekan – Rekan di Naura Tours.*

*Sahabat – Sahabatku (Yogi, Hasbu, Lina, Budi, + Seluruh Rekan – Rekan perjuangan  
di PTM 09 baik yang sudah Khatam dan yang masih berjuang)*

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang telah melimpahkan karunia ilmu, inspirasi, dan kemuliaan. Atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI KETEBALAN CORE TERHADAP KARAKTERISTIK *BENDING* KOMPOSIT *SANDWICH* SERAT *CANTULA* DENGAN *CORE HONEYCOMB* KARDUS TIPE *A-FLUTE*”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Drs. Sutrisno, S.T., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Yuyun Estriyanto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Yuyun Estriyanto, S.T., M.T., selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Danar Susilo Wijayanto, S.T., M. Eng., selaku Pembimbing II, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Basori, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing akademis yang selalu memberikan motivasi dan bimbingannya.

7. Kepala Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS Surakarta, yang telah memberikan kesempatan melakukan *research* dan pengujian *bending*.
8. Ketua Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UNS Surakarta yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan pembuatan spesimen uji.
9. Dosen dan segenap staff serta karyawan Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan FKIP UNS
10. Rekan – Rekan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2009.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Oktober 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGAJUAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN ABSTRAK .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Pembatasan Masalah .....	4
D. Perumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Pengertian Komposit.....	7
2. Klasifikasi Material dan Pembentuk Komposit .....	8
a. Serat .....	8

b. Matrik .....	12
c. Ikatan Serat dan Matrik .....	13
3. Pengertian Komposit <i>Sandwich</i> .....	13
4. Bagian – Bagian Komposit <i>Sandwich</i> .....	15
a. <i>Core</i> .....	15
b. <i>Facesheet (skin)</i> .....	16
c. <i>Adhesive</i> .....	21
5. Proses Pembuatan komposit .....	22
6. Fraksi Volume .....	23
7. Fraksi Berat .....	24
8. Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	24
9. Tegangan Regangan pada Pengujian <i>Bending</i> .....	27
a. <i>Stress</i> (Tegangan) .....	27
b. <i>Strain</i> (Regangan) .....	27
c. Kurva <i>strain and stress</i> .....	28
10. Faktor – Faktor Kekuatan Komposit.....	28
11. Pola Kegagalan Komposit <i>Sandwich</i> .....	29
B. Penelitian yang Relevan.....	31
C. Hipotesis.....	37

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
1. Tempat Penelitian.....	38
2. Waktu Penelitian .....	38
B. Rancangan / Desain Penelitian.....	39
C. Teknik Pengumpulan Data .....	40
1. Identifikasi Variabel .....	40
2. Instrumen Penelitian.....	40
3. Diagram Alir Penelitian.....	41

*commit to user*

D. Alat dan Bahan .....	42
1. Alat – Alat yang Digunakan .....	42
2. Bahan yang Digunakan .....	43
E. Rancangan Penelitian .....	45
F. Bentuk dan Dimensi Spesimen Uji .....	45
G. Tata Cara Penelitian .....	47
1. Penyiapan <i>Core</i> .....	47
2. Penyiapan Serat .....	48
3. Proses Pembuatan <i>Face Sheet</i> .....	50
4. Proses Pembuatan Komposit <i>Sandwich</i> .....	51
5. Pengujian Komposit <i>Sandwich</i> .....	52
6. Pembahasan dan Analisis Data .....	52
 BAB IV DATA DAN ANALISIS	
A. Data Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus tipe <i>A-Flute</i> .....	53
1. Tegangan <i>Bending</i> .....	53
2. Pengaruh Variasi Ketebalan <i>Core</i> terhadap Tegangan Geser pada <i>Core</i> ( <i>Core Shear Stress</i> ) .....	54
3. Pengaruh Variasi Ketebalan <i>Core</i> terhadap Tegangan <i>Bending</i> Permukaan Maksimum ( <i>Facing Bending Stress</i> ) .....	56
B. Analisis Karakteristik <i>Bending</i> .....	57
1. Tegangan <i>Bending</i> .....	57
2. <i>Core Shear Stress</i> .....	58
3. <i>Facing bending stress</i> .....	58
C. Analisis Kegagalan Uji <i>Bending</i> .....	59
1. Kegagalan Delaminasi .....	59
2. Kegagalan <i>Core</i> dan Deformasi <i>Core</i> .....	61
3. Gagal <i>Face Sheet</i> .....	63



4. Proses Terjadinya Kerusakan pada saat Uji <i>Bending</i> .....	64
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan .....	71
B. Implikasi .....	71
C. Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN .....	78



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman <i>Agave Cantula Roxb</i> .....	10
2.2 Proses ekstraksi serat <i>Cantula</i> .....	10
2.3 Tipe Serat pada Komposit.....	12
2.4 Struktut Komposit <i>Sandwich</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> .....	15
2.5 <i>Core Honeycomb</i> HGD.....	16
2.6 Proses <i>Hand Lay-up</i> .....	23
2.7 Pengujian <i>Three Point Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	25
2.8 Tegangan ( <i>Stress</i> ) .....	27
2.9 Regangan ( <i>Strain</i> ) .....	28
2.10 Kurva Tegangan Regangan .....	28
2.11 <i>General Buckling of Panel</i> .....	29
2.12 <i>Shear Crimping</i> .....	29
2.13 <i>Face and Sheet Wrinking</i> .....	30
2.14 <i>Intra Cell Buckling</i> .....	30
2.15 <i>Tensile Failure</i> .....	30
2.16 <i>Local Indentation</i> .....	30
2.17 <i>Flexural Crushing of Core</i> .....	30
2.18 <i>Local Crushing of Core</i> .....	31
2.19 Mode Kegagalan Uji <i>Bending</i> Struktur Komposit <i>Sandwich</i> .....	31
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	41
3.2 Neraca <i>Digital Metler TOLEDO SB16001</i> .....	42
3.3 <i>Universal Testing Machine</i> .....	42
3.4 Cetakan <i>Face Sheet</i> .....	43
3.5 Dimensi Komposit <i>Sandwich</i> .....	46

3.6	Komposit <i>Sandwich</i> .....	46
3.7	<i>Core Corrugated Paper</i> .....	47
3.8	<i>Core Honeycomb</i> untuk Uji <i>Bending</i> .....	47
3.9	Penyucian Serat .....	48
3.10	Perendaman Serat .....	49
3.11	Pengeringan Serat .....	49
3.12	Proses Penuangan Resin ke dalam Cetakan .....	50
3.13	Alat Tekan Hidrolik .....	51
3.14	Penuangan <i>Adhesive</i> pada <i>Face Sheet</i> Komposit .....	51
3.15	Alat Uji <i>Bending</i> .....	52
4.1	Pengaruh Variasi Tebal <i>Core</i> terhadap Tegangan <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	54
4.2	Pengaruh Variasi Tebal <i>Core</i> terhadap <i>Core Shear Stress</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	55
4.3	Pengaruh Variasi Tebal <i>Core</i> terhadap <i>Facing Bending Stress</i> Komposit <i>Sandwich</i> .....	57
4.4	Delaminasi pada Ketebalan <i>Core</i> 10 mm .....	58
4.5	Delaminasi pada Ketebalan <i>Core</i> 20 mm .....	58
4.6	Delaminasi pada Ketebalan <i>Core</i> 30 mm .....	59
4.7	Delaminasi pada Ketebalan <i>Core</i> 40 mm .....	59
4.8	Gagal <i>Core</i> dan Deformasi <i>Core</i> pada Ketebalan <i>Core</i> 10 mm.....	60
4.9	Gagal <i>Core</i> dan Deformasi <i>Core</i> pada Ketebalan <i>Core</i> 20 mm.....	60
4.10	Gagal <i>Core</i> dan Deformasi <i>Core</i> pada Ketebalan <i>Core</i> 30 mm.....	61
4.11	Gagal <i>Core</i> dan Deformasi <i>Core</i> pada Ketebalan <i>Core</i> 40 mm.....	61
4.12	Gagal <i>Face Sheet</i> Atas karena Beban Tekan saat Uji <i>Bending</i> .....	62
4.13	Gagal <i>Face Sheet</i> Atas karena Beban Tarik saat Uji <i>Bending</i> .....	62
4.14	<i>Load Position Curve</i> dan Spesimen <i>Core</i> 10 mm .....	63
4.15	<i>Load Position Curve</i> dan Spesimen <i>Core</i> 20 mm .....	64
4.16	<i>Load Position Curve</i> dan Spesimen <i>Core</i> 30 mm .....	65

commit to user

4.17 <i>Load Position Curve</i> dan Spesimen <i>Core 40 mm</i> .....	66
4.18 Proses Terjadinya Kerusakan pada Uji <i>Bending</i> .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi Ilmiah <i>Agave cantula roxb</i> .....	9
2.2 Klasifikasi Ilmiah <i>Ananas comosus (L.) Merr</i> .....	11
2.3 Bahan yang dapat Digunakan sebagai <i>Face Sheet</i> .....	17
2.4 Sifat Serat <i>Cantula</i> .....	18
3.1 Alokasi Waktu Penelitian .....	39
3.2 Bahan Penyusun Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus <i>A-Flute</i> .....	43
3.3 Karakteristik Resin <i>Unsaturated Polyester Yukalac®</i> 157 BQTN-EX .....	45
3.4 Variasi Penelitian .....	45
4.1 Hasil Pengujian <i>Bending</i> Komposit <i>Sandwich</i> Serat <i>Cantula</i> dengan <i>Core Honeycomb</i> Kardus <i>A-Flute</i> .....	53
4.2 Hasil Pengujian <i>Bending</i> untuk <i>Core Shear Stress</i> .....	55
4.3 Hasil Pengujian <i>Bending</i> untuk <i>Facing Bending Stress</i> .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Daftar Peresensi Seminar Proposal .....	76
2. Surat Permohonan Ijin Penyusunan Skripsi .....	78
3. Surat Keputusan Dekan FKIP .....	79
4. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> Rektor .....	80
5. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> lab. Material FT UNS .....	81
6. Surat Keterangan Selesai <i>Research</i> .....	82
7. Hasil Perhitungan Tegangan <i>Bending</i> .....	83
8. ASTM C393 .....	85
9. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 10 mm Replika 1 ..	89
10. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 10 mm Replika 2 ..	89
11. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 10 mm Replika 3 ..	90
12. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 10 mm Replika 4 ..	90
13. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 10 mm Replika 5 ..	91
14. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 20 mm Replika 1 ..	91
15. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 20 mm Replika 2 ..	92
16. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 20 mm Replika 3 ..	92
17. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 20 mm Replika 4 ..	93
18. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 20 mm Replika 5 ..	93
19. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 30 mm Replika 1 ..	94
20. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 30 mm Replika 2 ..	94
21. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 30 mm Replika 3 ..	95
22. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 30 mm Replika 4 ..	95
23. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 30 mm Replika 5 ..	96
24. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 40 mm Replika 1 ..	96
25. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 40 mm Replika 2 ..	97
26. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 40 mm Replika 3 ..	97

*commit to user*



27. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 40 mm Replika 4 ..	98
28. Diagram Uji <i>Bending</i> Spesimen Tipe <i>A-Flute</i> Ketebalan 40 mm Replika 5 ..	98
29. Dokumentasi Proses Persiapan Serat .....	99
30. Dokumentasi Proses Pembuatan <i>Face Sheet</i> .....	100
31. Dokumentasi Proses Pembuatan Komposit <i>Sandwich</i> .....	102
32. Dokumentasi Pengujian <i>Bending</i> .....	103

