

TUGAS AKHIR
KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT HYBRID SERAT
BAMBU ORI DAN SERAT RAMI PADA *SKIN* DAN BERPENGUAT
SERBUK KAYU SENGON LAUT DAN SERBUK TEMPURUNG
KELAPA PADA *CORE* DAN BERMATRIK *POLYESTER*



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

RYZKY APRIANDANA

D.200.12.0130

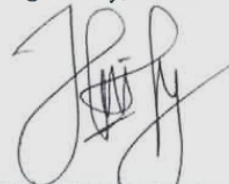
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“KOMPOSIT *SANDWICH* BERNGUAT HYBRID SERAT BAMBU ORI DAN SERAT RAMI PADA *SKIN* SERTA *CORE* BERPENGUAT *HYBRID* SERBUK KAYU SENGON LAUT DAN SERBUK TEMPURUNG KELAPA BERMATRIK *POLYESTER*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 29 - 06-2019

Yang menyatakan



RYZKY APRIANDANA

D200120130

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul “**KOMPOSIT *SANDWICH* BERNGUAT HYBRID SERAT BAMBU ORI DAN SERAT RAMI PADA *SKIN* SERTA *CORE* BERPENGUAT *HYBRID* SERBUK KAYU SENGON LAUT DAN SERBUK TEMPURUNG KELAPA BERMATRIK *POLYESTER*”** telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : RYZKY APRIANDANA

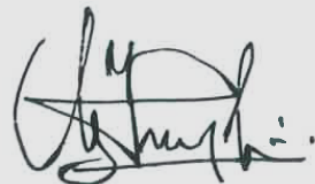
NIM : D.200.12.0130

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *20-Mei-2019*

Pembimbing Utama



(Ir. Agus Hariyanto, M.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul "**KOMPOSIT SANDWICH BERNGUAT SERAT BAMBU ORI PADA SKIN DAN CORE BERPENGUAT HYBRID BERMATRIK POLYESTER**", telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : RYZKY APRIANDANA

NIM : D.200.12.0130

Disetujui pada :

Hari : SABTU

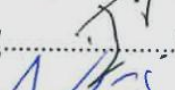
Tanggal : 29 - 06 - 2019

Tim Penguji

Ketua : Ir. Agus Hariyanto, MT.

Sekretaris : Ir. Sunardi Wiyono, MT.

Anggota : Nurmuntaha Agung Nugraha, ST., MT.

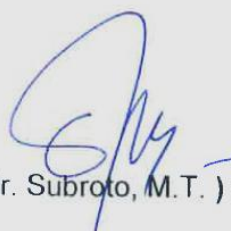
()
()
()

Mengetahui,

Dekan

()
(Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D)

Ketua Jurusan

()
(Ir. Subroto, M.T.)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A. Yani Pabelan Kartosuro Tromol Pos 1 Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 299/A.4-II/III/2018 Tanggal 3 Maret 2018 tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan ini :

Nama : Ir. Agus Hariyanto, MT.

Pangkat/jabatan : -

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Ryzky Apriandana

Nomor Induk : D200120130

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir

Judul Tugas Akhir : **Komposit *Sandwich* Berpenguat Serat Bambu pada *Skin* dan *Core* Berpenguat *Hybrid* Bermatrik *Polyester***

Rincian Soal/Tugas : -

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 16 Maret 2018

Pembimbing

Ir. Agus Hariyanto MT.

Keterangan :

Dibuat rangkap (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari urusan, kerjakan dengan sungguh-sungguh urusan yang lain”

(Al-Insyiroh : 5-7)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”

(Al-Baqarah : 153)

“Semua manusia cerdas dengan caranya masing-masing”

(Howard Gardner, 1983)

Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan disertai do'a, kita hanya bisa berusaha semaksimal mungkin semua tergantung pada ALLAH

SWT.

(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengharapkan ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

- Bapak dan ibu tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akanku.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ketebalan core dan variasi fraksi volume terhadap peningkatan kekuatan bending dan impak komposit hybrid sandwich kombinasi serat rami dan serat bambu bermatrik polyester dengan kombinasi core serbuk kayu sengon laut dan serbuk temprung kelapa. Mekanisme perpatahan diamati dengan foto makro.

Bahan utama penelitian adalah serbuk kayu sengon laut dengan mesh 20 dan serbuk temprung kelapa dengan mesh 4, serat rami (anyam), serat bambu ori (acak), resin unsaturated polyester 157 BQTN. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Fraksi volume penguat (V_f) core adalah 5%, 10%, 20%, 30% dan 40%, sedangkan fraksi volume penguat (V_f) skin 40%. Untuk tebal core adalah 5 mm, 10 mm, 15 mm dan 20 mm, sedangkan tebal skin 5 mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending dan impak mengacu pada standar ASTM C 393-00 dan ASTM D 6110. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan menahan momen bending dan kekuatan impak komposit hybrid sandwich meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume dan ketebalan pada core. Kekuatan momen bending komposit hybrid sandwich memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serbuk (V_f) 40 % dengan tebal core 20 mm yaitu 147669,23 N.mm. Kekuatan impak paling optimum pada fraksi volume penguat (V_f) 40 % dengan tebal core 20 mm yaitu 0,05640 J/mm². Tahapan pola kegagalan komposit hybrid sandwich adalah kegagalan tekan skin, kegagalan geser core dan delaminasi skin dengan core.

Kata Kunci : Hybrid Sandwich, Fraksi Volume, Tebal Core, Pengujian Bending dan Pengujian Impak

ABSTRACT

The purpose of the research is to determine the influence of core thickness variation and variation of fraction to increase bending strenght and impact of hybrid composite sandwich combination of hemp fiber and bamboo fiber with combination of core of sengon laut wood powder and coconut shell powder. The fracture mechanism is observed with macro photos.

The main material of this research is sengon laut wood powder with 20 mesh and coconut powder powder with 4 mesh, hemp fiber (woven), ori bamboo fiber (random), unsaturated polyester resin 157 BQTN. The hardener used was MEKPO with a concentration of 1%. Composites are made by press molding method. The volume fraction amplifier (V_f) core is 5%, 10%, 20%, 30% and 40%, while the volume fraction amplifier (V_f) skin is 40%. For the thickness of the core is 5 mm, 10 mm, 15 mm and 20 mm, while the skin thickness is 5 mm. Specimens and procedures for bending and impact testing refer to the ASTM C 393-00 and ASTM D 6110 standards. The cross section of the fracture is carried out in a macro photo to identify the pattern of failure.

The results of this study indicate that the ability to withstand bending moments and the impact strength of hybrid sandwich composites increases with increasing volume and thickness fractions on the core. The strength of the bending hybrid composite sandwich moment has the most optimum price at powder volume fraction (V_f) 40 % with core 20 mm thickness ie 147669,23 N.mm. The optimum impact strength in the volume volume fraction (V_f) is 40% with a core thickness of 20 mm which is 0,05640 J / mm². The stages of failure pattern of hybrid sandwich composites are skin press failure, core shear failure and skin lamination with cores.

Keywords: *Hybrid Sandwich, Volume Fraction, Core Thickness, Bending Testing and Impact Testing*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia- Nya yang telah terlimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini, penulis dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya yang senantiasa mendukung serta mendoakan kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT,. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Satono Putro, MT. selaku Pembimbing Akademik.
6. Dosen jurusan Teknik Mesin beserta Staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

7. Bapak Maruto, ST. yang telah senantiasa membimbing dalam mengumpulkan data dan memberi masukan dalam proses uji bending dan uji *impact*.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literatur yang ada, dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaallamin.

Surakarta,

2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR NOTASI	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar teori.....	8
2.2.1. Komposit	8
2.2.2. Komposit Hybrid	9
2.2.3. Faktor - Faktor yang Menentukan Sifat Komposit ..	9
2.2.4. Klasifikasi Komposit.....	10
2.2.5. <i>Sandwich</i>	13
2.2.6. <i>Mesh</i>	15
2.2.7. Pengujian Kadar Air Pada Serbuk	16
2.2.8. Partikel dalam Komposit <i>Sandwich</i>	16
2.2.9. Matrik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> (UPRs)	19
2.2.10. Katalis <i>Metyl Etyl Keton Peroksida</i> (MEKPO)	20
2.2.11. Perlakuan Alkali (NaOH).....	21
2.2.12. Fraksi Volume Komposit.....	21
2.2.13. Pencampuran / <i>Mixing</i> pada Serbuk	22
2.3 Pengujian yang Dilakukan.....	24
2.3.1 Pengujian Bending	24
2.3.2 Pengujian Impak.....	28
2.4 Pola Kegagalan Komposit <i>Sandwich</i>	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	34
3.2 Alat – Alat Penelitian	35

3.3 Bahan Penelitian	39
3.4 Prosedur Penelitian	42
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan	42
3.4.2 Perlakuan Bahan Dasar.....	42
3.4.3 Pembuatan Komposit <i>Sandwich</i>	43
3.4.4 Penyatuan Komposit <i>Sandwich</i>	44
3.4.5 Pemotongan spesimen	45
3.4.6 Pengujian komposit	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Kekuatan Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> (KHS)	49
4.1.1. Tabel Hasil Perhitungan Pengujian Bending	49
4.1.2. Grafik Hasil Perhitungan Pengujian Bending	51
4.1.3. Pembahasan Hasil Uji Bending	55
4.2 Analisis Kekuatan Impak Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> (KHS)	55
4.2.1 Tabel Hasil Perhitungan Pengujian Impak	56
4.2.2 Grafik Hasil Perhitungan Pengujian Impak	57
4.2.3 Pembahasan Hasil Uji Impak.....	58
4.3 Analisa Foto Makro	59
4.3.1 Analisa Pola Kegagalan Bending.....	59
4.3.2 Analisa Pola Kegagalan Impak	64
4.3.3 Pembahasan Foto Patahan	69

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	71
----------------------	----

5.2 Saran	72
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	9
2.2 <i>Particulate Composite</i>	11
2.3 <i>Continuous fiber composite</i>	11
2.4 Struktur Komposit <i>Sandwich</i>	12
2.5 Pembagian komposit berdasarkan penguatnya (Courney, 1983)	12
2.6 Pengujian <i>three point bending</i> komposit <i>sandwich</i>	25
2.7 Skematik Pengujian <i>Impact</i> (Callister, 2007).	30
2.8 Ilustrasi Spesimen <i>Impak</i> pada Benda Uji <i>Charpy</i> dan <i>Izod</i> (Dani dwi, 2010)	31
2.9 Geometri Spesimen Uji <i>Impact</i> (ASTM D 6110-04)	32
2.10 Mode Kegagalan Uji Bending Struktur Komposit <i>Sandwich</i>	33
2.11 Gagal Delaminasi Komposit <i>Sandwich</i>	33
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.2 (a) alat uji impak <i>charpy</i> , (b) alat uji bending	36
3.3 Timbangan Digital, Gelas Ukur dan Suntikan	36
3.4 <i>Screening</i>	37
3.5 <i>Mold</i> (cetakan)	37
3.6 <i>Jangka Sorong</i>	38
3.7 (a) Gerinda Tangan, (b) Gerinda Duduk.....	38

3.8	Alat pengaduk (<i>mixer</i>) (a) bor tangan, (b) mata bor, (c) wadah tabung	39
3.9	Wood Moisture Meter	39
3.10	Bahan – bahan penyusun komposit <i>hybrid sandwich</i>	41
3.11	Dimensi Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i>	46
3.12	Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i>	46
3.13	Dimensi Spesimen Bending	47
3.14	Spesimen Uji Bending	48
3.15	Kamera DSLR	48
4.1	Grafik Momen Bending vs Tebal <i>Core</i>	51
4.2	Grafik Tegangan Bending vs Tebal <i>Core</i>	52
4.3	Grafik Regangan Bending vs Tebal <i>Core</i>	52
4.4	Grafik Tegangan Bending vs Regangan Bending	53
4.5	Grafik <i>Facing Bending</i> vs Tebal <i>Core</i>	53
4.6	Grafik <i>Core Shear Stress</i> vs Tebal <i>Core</i>	54
4.7	Grafik Modulus Elastisitas vs Tebal <i>Core</i>	54
4.8	Grafik Kekakuan Bending vs Tebal <i>Core</i>	55
4.9	Grafik Energi Serap vs Tebal <i>Core</i>	58
4.10	Grafik Harga <i>Impact</i> vs Tebal <i>Core</i>	58
4.11	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 5%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c = 15\text{mm}$, (4) $c = 20\text{mm}$	60

4.12	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 10%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c = 15\text{mm}$, (4) $c = 20\text{mm}$	61
4.13	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume Penguat Penguat (V_f) 20%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) c $= 10\text{mm}$, (3) $c = 15\text{mm}$, (4) $c = 20\text{mm}$	62
4.14	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 30%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c = 15\text{mm}$, (4) $c = 20\text{mm}$	63
4.15	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume Penguat Penguat (V_f) 40%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) c $= 10\text{mm}$, (3) $c = 15\text{mm}$, (4) $c = 20\text{mm}$	64
4.16	Contoh Patahan Spesimen Uji Impak pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 5%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c = 15$ mm dan (4) $c = 20\text{ mm}$	65
4.17	Contoh Patahan Spesimen Uji Impak pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 10%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c =$ 15 mm dan (4) $c = 20\text{ mm}$	66
4.18	Contoh Patahan Spesimen Uji Impak pada Fraksi Volume Penguat (V_f) 20%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c =$ 15 mm dan (4) $c = 20\text{ mm}$	67

4.19 Contoh Patahan Spesimen Uji Impak pada Fraksi

Volume Penguat (V_f) 30%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c =$

15 mm dan (4) $c = 20\text{ mm}$ 68

4.20 Contoh Patahan Spesimen Uji Impak pada Fraksi

Volume Penguat (V_f) 40%. (1) $c = 5\text{mm}$, (2) $c = 10\text{mm}$, (3) $c =$

15 mm dan (4) $c = 20\text{ mm}$ 69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Ukuran Mesh.....	16
2.2 Karakteristik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> 157 BQTN- EX	20
2.3 Ukuran Spesimen Uji Impak (ASTM D 6110-04)	33
3.1 Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	40
4.1 Hasil Pengujian Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> pada Fraksi Volume 5%	49
4.2 Hasil Pengujian Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> pada Fraksi Volume 10%	50
4.3 Hasil Pengujian Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> pada Fraksi Volume 20%	50
4.4 Hasil Pengujian Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> pada Fraksi Volume 30%	50
4.5 Hasil Pengujian Bending Komposit <i>Hybrid Sandwich</i> pada Fraksi Volume 40%	51
4.6 Hasil Uji Impak pada Fraksi Volume 5%	56
4.7 Hasil Uji Impak pada Fraksi Volume 10%	56
4.8 Hasil Uji Impak pada Fraksi Volume 20%	56
4.9 Hasil Uji Impak pada Fraksi Volume 30%	57
4.10 Hasil Uji Impak pada Fraksi Volume 40%	57

DAFTAR NOTASI

M	= Momen Bending
σ_b	= Tegangan Bending
δ	= Regangan Bending
σ_{facing}	= <i>Facing</i> Bending
τ_{core}	= <i>Core Shear Stress</i>
E_b	= Modulus Elastisitas
D_b	= Kekakuan Bending
ES	= Energi Yang Terserap
HI	= Kekuatan Impak
L	= Jarak antara tumpuan
P	= Beban Tekan
V_C	= Volume Komposit
V_F	= Fraksi Volume Penguat
ρ	= Densitas
σ	= Tegangan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Bending, dan *Impact*

Lampiran 2. Analisis Perhitungan Pengujian Bending, dan *Impak*

Lampiran 3. *Properties* Serbuk Kayu, Rami, Fiber dan Poliester

Lampiran 4. Analisis Perhitungan Fraksi Volume

Lampiran 5. Konversi Satuan