

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN *FLEXURAL* PADA
MATERIAL KOMPOSIT SERAT BAMBU *UNIDIREKSIONAL*/EPOKSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

AZIZ RIZKianto HIDAYAT

20070130040

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2012

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK
DAN *FLEXURAL* PADA MATERIAL KOMPOSIT SERAT BAMBU
UNIDIREKSIONAL/EPOKSI**

**DISUSUN OLEH:
AZIZ RIZKianto HIDAYAT
20070130040**

Dosen Pembimbing I

Drs. Sudarisman, S.T.

NIP: 19590411198001001

Pembimbing II

Nur Rahman, S.T.

0523 200501 1 001

Penyusun
satu
nik

Tanggal Mei 2012
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. Sudarja, M.T.
NIK. 123050

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Mei 2012

Aziz Rizkianto Hidayat

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukurku pada-Mu Allah S.W.T. yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:

- Agamaku Islam yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH S.W.T. serta Rasul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.
- Bapak (Pranyoto) dan Ibu (Sudarini) tercinta dengan do'a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.
- Kakak-kakakku (Rinto Priyo Susetyo, S.T. dan Siska Romadani, S.E.), yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku tanpa hentinya, serta dan Adikku (Evi Prasetya Wulandari) yang telah meminjamkan leptopnya sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Semoga bisa cepet menyusul merampungkan sekolahnya.
- Teman-temanku dimanapun kalian berada yang telah membantu terselesainya tugas akhir ini.
- Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

MOTTO

”Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap” (Q.S. Alam Nasyarah : 6-8)

“Orang bodoh tidak tahu rasanya jadi pintar karena tidak pernah pintar. Orang pintar tahu rasanya jadi bodoh karena pernah bodoh.”

“Kita bisa karena biasa dan terbiasa karena bisa.”

“Success is a state of mind. If you want success, start thinking of yourself as a success.” (Dr. Joyce Brothers)

“There are two ways to live your life. One is as though nothing is a miracle. The other is as though everything is a miracle.” (Albert Einstein)

“Percayalah, hari ini akan lebih indah daripada kemarin jika kita mengawalinya dengan doa dan senyuman.”

“Sukses tak akan datang bagi mereka yg hanya menunggu tak berbuat apa-apa, tapi bagi mereka yg selalu berusaha wujudkan mimpinya.”

“Saat kau membalas kebencian dengan amarah dan caci maki, saat itulah musuhmu menang.”

INTISARI

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN *FLEXURAL* PADA MATERIAL KOMPOSIT SERAT BAMBU *UNIDIREKSIONAL*/EPOKSI

Komposit adalah kombinasi dua atau lebih bahan yang berbeda yang tidak larut satu sama lainnya dan memiliki sifat yang satu sama lainnya berbeda pula. Komposit serat terdiri dari serat sebagai penguat dan resin sebagai pengikat. Material serat bambu pada penelitian ini digunakan karena pemanfaatannya yang masih terbatas. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan *flexural* material komposit serat bambu *unidireksional*/epoksi dan mengetahui karakteristik patahan.

Spesimen dibuat dengan cara cetak tekan dengan V_f rencana = 0%; 10%; 20%; 30% dan 40%. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah serat bambu apus, resin epoksi dan *hardener*, aseton. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D-638 dan pengujian *flexural* menggunakan standar ASTM D-790. Kegagalan spesimen diamati menggunakan foto makro untuk mengetahui karakteristik patahannya dan menghitung fraksi volume aktual dengan menggunakan *software "imageJ"*, serta foto mikro untuk mengetahui jenis patahan uji *flexural* yang tidak begitu terlihat pada foto makro.

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin meningkatkan kekuatan tarik, regangan dan modulus elastisitasnya. Kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas rata-rata tertinggi pada $V_f = 29,8\%$ yaitu berturut-turut 84,49 MPa; 0,0896 mm/mm dan 7,08 GPa. Sedangkan hasil pengujian *flexural* menunjukkan bahwa semakin besar fraksi volume serat semakin meningkatkan kekuatan dan modulus elastisitas *flexural*nya yaitu pada $V_f = 47,3\%$ berturut-turut sebesar 87,47 MPa; 7,551 GPa. Sedangkan untuk regangan *flexural* rata-rata tertinggi terjadi pada $V_f = 21,1\%$ yaitu 0,0396 mm/mm. Karakteristik patahan komposit berpenguat serat bambu *unidireksional* pada pengujian tarik adalah patah tunggal untuk $V_f = 0\%$; 29,8% dan 47,7% serta terjadi *debonding* dan *fiber breakage*, patah banyak untuk $V_f = 8,2\%$ dan 22,2% serta terjadi *fiber pull out* dan *fiber breakage*. Sedangkan pada pengujian *flexural* karakteristik patahan pada $V_f 0\%$; 6,7% dan 43,3%, adalah patah tunggal serta terjadi *debonding*, pada $V_f 21,1\%$ dan 28,9% terjadi patah banyak disertai *debonding* dan *fiber pull out*.

Kata kunci: Serat bambu apus, epoksi, *unidireksional*, kekuatan tarik, kekuatan *flexural*.

ABSTRACT

INFLUENCE OF FIBER VOLUME FRACTION ON TENSILE AND FLEXURAL STRENGTH OF UNIDIRECTIONAL BAMBOO FIBER/EPOXY COMPOSITE MATERIALS

Composites are combinations of two or more different materials which are insoluble to each other and have different characters from each other. Fiber composites consist of fiber as reinforcement and the resin as a bond. Bamboo fiber material used in this study because its use is still limited. The purpose of this study is to investigate the influence of fiber volume fraction on tensile and flexural strength of composite materials unidirectional bamboo fiber/epoxy and investigate the characteristics of fracture.

The specimen is made by casting press with plans $V_f = 0\%$; 10%; 20%; 30% and 40%. Materials used for this study is the bamboo fiber, epoxy resin and hardener, acetone. Tensile testing using the standard ASTM D 638 and flexural testing using the standard ASTM D 790. Failure of the specimens was observed using a macro photo to find out the characteristics of fracture and calculate the actual volume fractions using the software “*imageJ*”, as well as micro photo to find out what kind of test flexural fracture is not so visible at the macro picture.

The results of tensile tests showed that the larger the volume fraction of fibers increases the tensile strength, strain and modulus of elasticity. Tensile strength, tensile strain and modulus of elasticity of the highest average at $V_f = 29.8\%$ respectively are 84.49 MPa; 0.0896 mm/mm and 7.08 GPa. While the result of flexural testing showed that the larger the volume fraction of fibers increases the strength and modulus of elasticity of flexural at $V_f = 47.3\%$, respectively at 87.47 MPa; 7.551 GPa. As for the average flexural strain was highest at $V_f = 21.1\%$ is 0.0396 mm/mm. Fracture characteristics of bamboo fiber composite unidirectional/epoxy in tensile testing is a single fracture to $V_f = 0\%$; 29.8% and 47.7% as well as debonding and fiber breakage occur, broken a lot for $V_f = 8.2\%$ and 22.2% and occurred fiber pull out and fiber breakage. While the flexural testing of fracture characteristics on $V_f 0\%$; 6.7% and 43.3%, is a single fracture testing of fracture characteristics on $V_f 0\%$; 6.7% and 43.3% is a single fracture and debonding occurs. And the $V_f 21.1\%$ and 28.9% were a lot of fracture with debonding and fiber pull out.

Key word: bamboo fiber, epoxy, unidirectional, tensile strength, flexural strength.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللّٰهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ **PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN FLEXURAL PADA MATERIAL KOMPOSIT SERAT BAMBU UNIDIREKSIONAL/EPOKSI**”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sudarja, M.T., selaku Ketua Jurusan Tehnik Mesin Universitas Muhammdiyah Yogyakarta.
2. Bapak Drs. Sudarisman. M. Mechs., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama Tugas Akhir.

3. Bapak *M. Budi Nur Rahman, S.T.*, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
4. Bapak. *Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.* selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan, kritik dan saran.
5. Staff pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Staff Laboratorium material teknik Diploma 3 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada yang telah membantu selama proses penelitian.
7. Bapak dan Ibuku tercinta yang telah membimbing, memberi suport serta materi agar tercapainya semua keinginanku.
8. Kakakku-kakakku dan adikku yang senantiasa mendoakan, selalu memberikan dorongan dan semangat.
9. Saudara-saudaraku yang telah mendoakan dan memberikan motivasi selama penelitian.
10. Fahma, Iskandar, Catur, Ginanjar dan Miftahul yang telah berjuang bersama baik suka maupun duka.
11. Riki, Irvan, dan kawan-kawan sepermainan di laboratorium yang selalu memberi semangat selama penelitian.
12. Teman-teman teknik mesin angkatan 2007 yang selalu memberi dorongan dan semangat selama penelitian.
13. Anak-anak Band 4 Tone yang memberikan kelonggaran untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

14. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena penulis juga makhluk-Nya yang selalu memiliki kekurangan. Kritik dan saran yang membangun dari teman-teman semua sangat diharapkan. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi kita semua.
Amin

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Mei 2012

Penyusun

Aziz Rizkianto Hidayat

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	iii
Halaman Persembahan	iv
Motto	v
Intisari	vi
Abstract	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xx
Daftar Persamaan	xxi
Daftar Lampiran	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Asumsi	4
1.6. Sistematika Penulisan Laporan.....	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Kajian Teori Komposit	7
2.2.1. Pengertian Komposit	7
2.2.2. Klasifikasi Material Komposit	9

2.2.3. Aspek Geometri	12
2.2.4. Komposit Serat	14
2.3. Serat	21
2.3.1. Macam-macam Serat	21
2.3.2. Serat Bambu	21
2.3.3. Alkali (NaOH)	25
2.4. Matrik	26
2.4.1. Jenis-jenis Matrik	26
2.4.2. Epoksi	28
2.5. Sifat-sifat Material Komposit	30
2.5.1 Sifat Fisik Komposit PMC	30
2.6. Mekanika Material Komposit	32
2.6.1. Jenis Pembebanan Komposit	32
2.6.1.1. <i>Isostrain</i>	32
2.6.1.2. <i>Isostress</i>	33
2.6.2. Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas	34
2.6.2.1. Tegangan	34
2.6.2.2. Regangan	34
2.6.2.3. Modulus Elastisitas	34
2.6.3. Sifat Mekanik Material Komposit	34
2.6.3.1. Sifat-sifat Tarik	34
2.6.3.2. Sifat-sifat <i>Flexural</i>	37
2.7. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit	38
2.7.1. Patah Banyak	38
2.7.2. Patah Tunggal	39
2.7.3. <i>Debonding</i>	40
2.7.4. <i>Fiber Pullout</i>	40

2.8. Pengujian Tarik	41
2.8.1. Hukum Hooke (<i>Hooke's Law</i>)	41
2.9. Pengujian <i>Flexural</i>	43
BAB III METODE PENELITIAN	44
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	44
3.1.1. Alat Penelitian	44
3.1.2 Bahan Penelitian	50
3.2 Pengadaan dan Persiapan Serat	53
3.2.1 Perlakuan Serat	53
3.2.2 Perlakuan Alkali (NaOH)	54
3.3 Pembuatan Komposit	56
3.3.1. Dimensi Cetakan	57
3.3.2. Perhitungan Fraksi volume Serat Bambu	57
3.3.2.1. Uji Tarik.....	57
3.3.2.2. Uji <i>Flexural</i>	59
3.3.3. Prosedur Pembuatan Komposit	61
3.3.4. <i>Post Cure</i>	64
3.3.5. Pembentukan Spesimen Sesuai Ketentuan	65
3.4 Pengujian Spesimen	69
3.4.1. Pengujian Tarik	69
3.4.1.1. Mesin Uji Tarik	69
3.4.1.2. Prosedur Pengujian Tarik	70
3.4.2. Pengujian <i>Flexural</i>	71
3.4.2.1. Mesin Uji <i>Flexural</i>	71
3.4.2.2. Mekanisme Pengujian <i>Flexural</i>	72
3.5 Pengamatan Struktur Makro	74
3.6 Pengamatan Struktur Mikro	75
3.7. Diagram Alir Penelitian	76

BAB IV Hasil Pengujian dan Pembahasan	78
4.1 Fraksi Volume Serat	78
4.1.1. Pengujian Tarik	78
4.1.2. Pengujian <i>Flexural</i>	79
4.2 Hasil Pengujian Tarik	80
4.2.1. Grafik Hubungan Gaya Longitudinal dan <i>Displacement</i>	81
4.2.2. Kekuatan Tarik	82
4.2.3. Regangan Tarik	85
4.2.4. Modulus Elastisitas Tarik	87
4.2.5. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan	89
4.3. Hasil Pengujian <i>Flexural</i>	91
4.3.1. Grafik Hubungan Gaya Lateral dan Defleksi	93
4.3.2. Kekuatan <i>Flexural</i>	94
4.3.3. Regangan <i>Flexural</i>	97
4.3.4. Modulus Elastisitas <i>Flexural</i>	99
4.3.5. Hasil Pengamatan Foto Makro dan Foto Mikro Penampang Patahan	101
 BAB V PENUTUP	 105
5.1. Kesimpulan	105
5.2. Saran	106
 DAFTAR PUSTAKA	 108
 LAMPIRAN	 111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ringkasan Pengelompokan Material Untuk Rekayasa Struktur	8
Gambar 2.2. Komposit Serat	9
Gambar 2.3. Komposit Partikel	10
Gambar 2.4. Komposit Serpih	10
Gambar 2.5. Komposit Skeletal	11
Gambar 2.6. Komposit Laminat	11
Gambar 2.7. Tiga Tipe Orientasi Pada <i>Reinforcement</i>	13
Gambar 2.9. Klasifikasi Komposit Serat yang Umum Dikenal	15
Gambar 2.10. Grafik Hubungan Antara Kekuatan dan Susunan Serat Pada Komposit	16
Gambar 2.11. <i>Continuous Fiber Composite</i>	17
Gambar 2.12. Komposit Dengan Orientasi Serat Anyam	17
Gambar 2.13. Komposit Dengan Orientasi Serat Acak (<i>Random</i>)	18
Gambar 2.14. Bentuk dan Ukuran Beberapa Jenis Serat Alami	20
Gambar 2.15. Serpih Alkali NaOH	26
Gambar 2.16. <i>Isostarin</i>	33
Gambar 2.17. <i>Isostress</i>	33
Gambar 2.18. Gaya Tarik Terhadap Pertambahan Panjang	35
Gambar 2.19. Metode Pengujian Bending	37
Gambar 2.20. Patah Banyak	39
Gambar 2.21. Patah Tunggal	39
Gambar 2.22. <i>Debonding</i>	40
Gambar 2.23. <i>Fiber Pull Out</i>	40
Gambar 2.24. Kurva Tegangan – Regangan	42
Gambar 3.1. Cetakan (A) Cetakan Tarik, (B) Cetakan <i>Flexural</i>	44
Gambar 3.2. Timbangan Digital	45
Gambar 3.3. Alat Uji Tarik	45

Gambar 3.4. Alat Uji <i>Flexural</i>	46
Gambar 3.5. Oven	46
Gambar 3.6. Mesin Poles	47
Gambar 3.7. Alat Pengepres	47
Gambar 3.8. Jangka Sorong	48
Gambar 3.9. Dongkrak Hidrolik	48
Gambar 3.10. Nikon D40	49
Gambar 3.11. Mikroskop	49
Gambar 3.12. Alat Bantu Lain	50
Gambar 3.13. Serat Bambu Apus	50
Gambar 3.14. Alkali (NaOH)	51
Gambar 3.15. Resin Epoksi (A) Epoksi Resin, (B) Epoksi <i>Hardener</i>	51
Gambar 3.16. Aseton	52
Gambar 3.17. Plat Alumunium	52
Gambar 3.18. Serat Bambu	53
Gambar 3.19. Perendaman Serat Menggunakan Alkali	54
Gambar 3.20. Pencucian Serat	54
Gambar 3.21. Perendaman Serat Setelah Perlakuan Alkali	55
Gambar 3.22. Pengeringan Serat	55
Gambar 3.23. Penyisiran Serat	56
Gambar 3.24. Bambu Setelah Perlakuan Alkali	56
Gambar 3.25. Cetakan Siap Tuang	61
Gambar 3.26. Penambahan Aseton	62
Gambar 3.27. Pencampuran Resin Dengan <i>Hardener</i>	62
Gambar 3.28. Penuangan Resin Kedalam Cetakan	63
Gambar 3.29. Menekan-nekan Serat yang Sudah Tertutup Resin	63
Gambar 3.30. Pengepresan	64
Gambar 3.31. <i>Post Cure</i>	64
Gambar 3.32. Pembentukan Spesimen Uji <i>Flexural</i> Sesuai ASTM D-790	65

Gambar 3.33. Menggambar Spesimen Menggunakan Mal	65
Gambar 3.34. Mengikir Spesimen	66
Gambar 3.35. Pengamplasan Spesimen Tarik	66
Gambar 3.36. Pengeleman Spesimen	67
Gambar 3.37. Penempelan <i>Grip</i>	67
Gambar 3.38. Ukuran Spesimen Tarik, (A) Sesuai ASTM D-638, (B) Setelah Diubah	68
Gambar 3.39. Ukuran Spesimen <i>Flexural</i> Sesuai ASTM D-790	69
Gambar 3.40. Spesimen Tarik	70
Gambar 3.41. Pengukuran Spesimen Tarik	70
Gambar 3.42. Posisi Spesimen Pada Mesin Uji Tarik	71
Gambar 3.43. Penetelan Jarak Span	72
Gambar 3.44. Posisi Spesimen Pada Mesin Uji <i>Flexural</i>	73
Gambar 3.45. (A) Spesimen Saat Diuji <i>Flexural</i> , (B) Lampu Indikator Pada <i>UTM</i>	73
Gambar 3.46. Jendela Tampilan Hasil Perhitungan <i>ImageJ</i>	75
Gambar 3.47. Diagram Alir Penelitian	77
Gambar 4.1. Foto Makro Spesimen Tarik $V_f =$ (A)8,2%; (B)22,2%; (C)29,8% dan (D)47,7% Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	78
Gambar 4.2. Foto Makro Spesimen <i>Flexural</i> $V_f =$ (A)6,7%; (B)21,1%; (C)28,9% dan (D)47,3% Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	79
Gambar 4.3. Hubungan Gaya Longitudinal dan <i>Displacement</i> Pada $V_f =$ (A)8,2%, (B)22,2%, (C)29,8% Dan (D)47,7%	82
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Fraksi Volume Dengan Kekuatan Tarik	83
Gambar 4.5. Perbandingan Kekuatan Tarik Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	84

Gambar 4.6. Grafik Hubungan Fraksi Volume Dengan Regangan Tarik	85
Gambar 4.7. Perbandingan Regangan Tarik Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	86
Gambar 4.8. Grafik Hubungan Fraksi Volume Dengan Modulus Elastisitas Tarik	87
Gambar 4.9. Perbandingan Modulus Elastisitas Tarik Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	88
Gambar 4.10. Patahan Pada Spesimen Uji Tarik Pada Vf (A) 0%; (B) 8,2%; (C) 22,2%;(D) 29,8% Dan (E)47,7%	90
Gambar 4.11. Sampel Grafik Hubungan Gaya Lateral Dan Defleksi Pada Vf (A)0%; (B)6,7%; (C)21,1%; (D)28,9% dan (E)47,3%	93
Gambar 4.12. Posisi Spesimen Pada Saat Diuji <i>Flexural</i>	94
Gambar 4.13. Grafik Hubungan Antara Fraksi Volume Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Kekuatan <i>Flexural</i>	95
Gambar 4.14. Perbandingan Kekuatan <i>Flexural</i> Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	96
Gambar 4.15. Grafik Regangan <i>Flexural</i> Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	98
Gambar 4.16. Perbandingan Regangan <i>Flexural</i> Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	99
Gambar 4.17. Grafik Perbandingan Antara Fraksi Volume Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Modulus Elastisitas	100
Gambar 4.18. Perbandingan Modulus Elastisitas Antara Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Dengan Komposit	

Serat Gelas <i>Unidireksional</i> /Epoksi	101
Gambar 4.19. Foto Patahan Pengujian <i>Flexural</i> Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi Pada $V_f =$ (A) 0%; (B) 6,7%; (C) 21,1%; (D) 28,9% dan (E)47,3%	102
Gambar 4.20. Foto Patahan Struktur Mikro Perbesaran 50 μm Pada Sisi Tekan, A Pada $V_f =$ 6,7%; B Pada $V_f =$ 21,1%; C Pada $V_f =$ 28,9% dan D Pada $V_f =$ 4,3%	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ukuran Panjang dan Diameter Serat	14
Tabel 2.2. Sifat Mekanis Beberapa Jenis Serat Alam	16
Tabel 2.3. Kadar Air (%) dan Massa Jenis (kg/m^3) Serat Alami Pada Cuaca Normal	19
Tabel 2.4. Komposisi Kimia Serat Alam	20
Tabel 2.5. Jenis-jenis Bambu di Indonesia	23
Tabel 2.6. Karakteristik Bambu Tali	25
Tabel 2.7. Sifat Mekanik Dari Beberapa Jenis Material <i>Polymers</i>	29
Tabel 3.1. Karakteristik Serat dan Matrik yang Digunakan	52
Tabel 3.2. Hasil perhitungan Untuk Massa Serat, Resin dan <i>Hardener</i>	61
Tabel 3.3. Ukuran Dimensi Spesimen	69
Tabel 4.1. Hasil Analisis Foto Makro Perhitungan V_f	80
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	81
Tabel 4.3. Kekuatan Tarik Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	83
Tabel 4.4. Regangan Tarik Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	85
Tabel 4.5. Modulus Elastisitas Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	87
Tabel 4.6. Hasil Pengujian <i>Flexural</i> Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	92
Tabel 4.7. Kekuatan <i>Flexural</i> Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	95
Tabel 4.8. Regangan <i>Flexural</i> Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	97
Tabel 4.9. Modulus Elastisitas Komposit Serat Bambu <i>Unidireksional</i> /Epoksi	100

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Massa Komposit	31
Persamaan 2.2. Massa Jenis Komposit	31
Persamaan 2.3. Volume Komposit	31
Persamaan 2.4. Fraksi Massa Serat	32
Persamaan 2.5. Fraksi Volume Serat	32
Persamaan 2.6. Pembebanan <i>Isostrain</i>	32
Persamaan 2.7. Pembebanan <i>Isostress</i>	33
Persamaan 2.8. Tegangan Tarik	36
Persamaan 2.9. Regangan Tarik	36
Persamaan 2.10. Modulus Elastisitas Tarik	36
Persamaan 2.11. Kekuatan <i>Flexural</i>	38
Persamaan 2.12. Modulus Elastisitas <i>Flexural</i>	38
Persamaan 2.13. <i>Stress</i>	42
Persamaan 2.14. <i>Strain</i>	42
Persamaan 2.15. Hubungan Antar <i>Stress</i> dan <i>Strain</i>	42
Persamaan 3.1. Volume Cetakan	58
Persamaan 3.2. Volume Serat	58
Persamaan 3.3. Massa Serat	58
Persamaan 3.4. Volume Matrik	58
Persamaan 3.5. Massa Matrik	58
Persamaan 3.6. Massa Epoksi	58
Persamaan 3.7. Massa <i>Hardener</i>	58
Persamaan 3.8. Massa Aseton	58
Persamaan 3.9. Panjang Spesimen Bidang Uji	68
Persamaan 3.10. <i>Span</i>	68
Persamaan 3.11. Panjang Total Spesimen	68
Persamaan 3.12. Laju Kepala Silang	72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan Kadar Konstituen

LAMPIRAN 2. Grafik Pengujian Tarik

LAMPIRAN 3. Perhitungan Hasil Pengujian Tarik

LAMPIRAN 4. Grafik Pengujian Bending

LAMPIRAN 5. Data Hasil Pengujian Bending

LAMPIRAN 6. Perhitungan Hasil Pengujian Bending

LAMPIRAN 7. Foto Analisis Fraksi Volume Aktual

LAMPIRAN 8. Standar ASTM D 638 dan ASTM D 790