

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI LENTUR KOMPOSIT *HYBRID*
SERAT IJUK ACAK/SERAT GELAS SEARAH BERMATRIKS EPOKSI
TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Disusun oleh :
Andi Supriyadi
20130130027**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanggungjawab di bawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa penelitian ini saya buat tanpa ada tindak plagiarisme sesuai yang berlaku pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Jika dikemudian hari ternyata saya melakukan plagiarisme, saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, Agustus 2017

Andi Supriyadi
20130130027

MOTTO

وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى ۝٣٩

“ Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya ” (Q.S. An-Najm: 39)

“ Anda bisa sukses sekalipun tidak ada orang yang percaya anda bisa. Tapi anda tidak akan pernah sukses jika tidak percaya pada diri sendiri ” (Miftakhul Munir)

*“ Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya ”
(Evelyn Underhill)*

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ۝٧ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ۝٨

*“ Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap ”
(Q.S. Al-Insyiroh: 7-8)*

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sujud syukur pada-Mu Allah SWT 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 SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.
- ❖ Kedua orang tua Ayah dan Ibu 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 dan adikku yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.
- ❖ Teman-temanku dan semua sahabat yang selalu memberi motivasi dan semangat.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Dengan Mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul:

“ PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI LENTUR KOMPOSIT *HYBRID* SERAT IJUK ACAK/SERAT GELAS SEARAH BERMATRIKS EPOKSI ”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar artinya, dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang juga dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji.
6. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Kedua Orang tua ku, yaitu: Bapak Nahudi Pana dan Ibu Raminah serta kakak-adikku, yaitu: Rini Astuti, Nori Ida Yani dan Andi Supriyanto serta keluarga besarku untuk segalanya, yang telah kalian berikan sepenuh hati.
10. Teman-teman Mesin kelas A 2013 yang selama ini belajar bersama dari semester 1 hingga sekarang.
11. Teman-teman tim Tugas Akhir Material Komposit yang telah membantu dari awal hingga selesai.
12. Teman – teman KKN Tematik 084 UMY 2017 Yang selalu kompak dalam hal memberikan ilmu kepada Masyarakat Perdukahan Pucung Growong.
13. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2017

Andi Supriyadi
20130130027

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN | iii |
| MOTTO | iv |
| LEMBAR PERSEMBAHAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| INTISARI | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi dan Batasan Masalah | 4 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | 6 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 6 |
| 2.2 Dasar Teori | 8 |
| 2.2.1 Komposit | 8 |
| 2.2.2 Klasifikasi Bahan Komposit..... | 9 |
| 2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Mekanik Komposit | 12 |
| 2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit..... | 13 |
| 2.3. Serat Sintetis dan Serat Alam..... | 14 |
| 2.4. Serat Ijuk..... | 21 |
| 2.4.1 Metode pengekstrakan serat ijuk | 22 |
| 2.5. Perlakuan Alkali..... | 23 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.6. | Serat Gelas (<i>Glass Fibers</i>)..... | 24 |
| 2.7. | Polimer Sebagai Matrik..... | 27 |
| 2.7.1. | Resin Epoksi | 28 |
| 2.8. | Karakteristik Material Komposit..... | 30 |
| 2.8.1. | Uji <i>Bending</i> | 32 |
| 2.9. | Karakteristik Patahan Pada Material Komposit..... | 35 |
| 2.9.1. | Patah banyak | 36 |
| 2.9.2. | Patah tunggal | 36 |
| 2.9.3. | Deliminasi | 36 |
| 2.9.4. | <i>Fiber pull out</i> | 37 |
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 38 |
| 3.1. | Penyiapan Bahan dan Alat..... | 38 |
| 3.1.1. | Bahan | 38 |
| 3.1.2. | Alat | 40 |
| 3.2. | Pengadaan dan Persiapan Serat..... | 46 |
| 3.2.1. | Perlakukan Serat | 46 |
| 3.3. | Variabel Penelitian | 48 |
| 3.3.1. | Bentuk dan Ukuran spesimen | 48 |
| 3.3.2. | Pembuatan Komposit | 49 |
| 3.3.2.1 | Perhitungan fraksi volume..... | 49 |
| 3.3.3. | Pencetakan Komposit..... | 52 |
| 3.3.4. | Proses Pemotongan Spesimen..... | 56 |
| 3.4. | Prosedur Pengujian <i>Bending</i> | 57 |
| 3.5. | Pengamatan Struktur Makro | 58 |
| 3.6. | Diagram Alir | 59 |
| BAB IV | HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN | 60 |
| 4.1. | Diameter Serat..... | 60 |
| 4.2. | Pengamatan Distribusi Serat | 61 |
| 4.3. | Hasil Pengujian <i>Bending</i> | 63 |
| 4.3.1. | Pengaruh <i>Hybrid Ratio</i> Terhadap Kekuatan <i>Bending</i> | 64 |
| 4.3.2. | Pengaruh <i>Hybrid Ratio</i> Terhadap Regangan <i>Bending</i> | 68 |

| | |
|--|----|
| 4.3.3. Pengaruh <i>Hybrid Ratio</i> Terhadap Modulus Elastisitas..... | 71 |
| 4.4. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan | 74 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 78 |
| 5.1. Kesimpulan | 78 |
| 5.2. Saran..... | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | 80 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Klasifikasi serat/serat tekstil..... | 14 |
| Tabel 2.2. Sifat beberapa jenis serat alam dan serat kaca-E..... | 19 |
| Tabel 2.3. Kadar air (%) dan massa jenis (gr/cm^3) serat alami pada cuaca normal | 20 |
| Tabel 2.4. Sifat mekanis beberapa jenis serat alam..... | 20 |
| Tabel 2.5. Kekuatan tarik rata-rata serat ijuk | 21 |
| Tabel 2.6. Harga dan sifat serat kaca-E dan karbon bermodulus standar..... | 24 |
| Tabel 2.7. Komposisi kimiawi serat kaca-E dan -S (%berat)..... | 26 |
| Tabel 2.8. Sifat-sifat serat kaca-E dan kaca-S..... | 27 |
| Tabel 2.9. Spesifikasi matriks epoksi | 30 |
| Tabel 3.1. Variabel penelitian | 48 |
| Tabel 3.2. Hasil perhitungan material | 52 |
| Tabel 4.1. Data kekuatan bending rata-rata komposit <i>hybrid</i> serat ijuk acak/serat gelas searah bermatrik epoksi | 64 |
| Tabel 4.2. Data regangan bending rata-rata komposit <i>hybrid</i> serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks epoksi..... | 68 |
| Tabel 4.3. Data modulus elastisitas bending rata-rata komposit <i>hybrid</i> serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks epoksi..... | 71 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Komposit serpih..... | 9 |
| Gambar 2.2. Komposit partikel | 9 |
| Gambar 2.3. <i>Laminat composite</i> | 10 |
| Gambar 2.4. <i>Continuous fiber composite</i> | 10 |
| Gambar 2.5. <i>Woven fiber composite</i> | 11 |
| Gambar 2.6. <i>Aligned discontinuous fiber</i> | 11 |
| Gambar 2.7. <i>Off-axis discontinuous fiber</i> | 11 |
| Gambar 2.8. <i>Random oriented discontinuous fiber</i> | 11 |
| Gambar 2.9. <i>Hybrid fiber composite</i> | 12 |
| Gambar 2.10. Klasifikasi jenis serat alam | 15 |
| Gambar 2.11. Bentuk dan ukuran beberapa jenis serat alami | 18 |
| Gambar 2.12. Serat ijuk..... | 22 |
| Gambar 2.13. Serpihan alkali NaOH..... | 23 |
| Gambar 2.14. Direct-melt glass fiber manufacturing process | 25 |
| Gambar 2.15. (a) Gulungan serat kaca E2350-11 dari Owens Corning Asia-Pacific dengan berat bersih 17 kg, (b) Kaca-S2 <i>mat</i> unidireksional | 26 |
| Gambar 2.16. Reaksi antara bisfenol A dan epiklorohidrin | 30 |
| Gambar 2.17. Pembebanan lengkung <i>Three point bending</i> | 33 |
| Gambar 2.18. Pengaruh pembebanan lengkung terhadap bahan uji..... | 33 |
| Gambar 2.19. Patah banyak..... | 36 |
| Gambar 2.20. Patah tunggal | 36 |
| Gambar 2.21. Deliminasi | 36 |
| Gambar 2.22. <i>Fiber pull out</i> | 37 |
| Gambar 3.1. Serat ijuk aren | 38 |
| Gambar 3.2. Serat gelas..... | 39 |
| Gambar 3.3. Epoksi tipe A dan B | 39 |
| Gambar 3.4. Alkali (NaOH) | 40 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.5. Alat uji <i>Universal Testing Machine</i> | 40 |
| Gambar 3.6. Alat uji struktur makro <i>Olympus SZ 56</i> | 41 |
| Gambar 3.7. ImageJ..... | 41 |
| Gambar 3.8. Program inventor | 42 |
| Gambar 3.9. Cetakan | 42 |
| Gambar 3.10. Alat pengepres cetakan | 43 |
| Gambar 3.11. Timbangan digital | 43 |
| Gambar 3.12. Mesin pemotong komposit | 44 |
| Gambar 3.13. Mesin amplas | 44 |
| Gambar 3.14. Besi linggis dan kunci L | 45 |
| Gambar 3.15. Alat bantu lain..... | 45 |
| Gambar 3.16. Proses perlakuan serat ijuk (a. Pemilihan ijuk; b. Pemotongan ijuk; c. Proses pencucian ijuk; d. pengeringan ijuk) | 46 |
| Gambar 3.17. Proses perendaman dengan alkali | 47 |
| Gambar 3.18. Proses pengeringan | 47 |
| Gambar 3.19. Bentuk dan ukuran spesimen (a. Bentuk desain spesimen; b. Plat komposit; c. Spesimen dengan standar ASTM D790) | 49 |
| Gambar 3.20. Cetakan komposit | 52 |
| Gambar 3.21. Proses persiapan serat (a. serat ijuk dan b. serat gelas) | 53 |
| Gambar 3.22. Susunan serat gelas searah..... | 53 |
| Gambar 3.23. Proses penaburan serat ijuk acak | 54 |
| Gambar 3.24. Proses pembasahan serat gelas | 55 |
| Gambar 3.25. Pengepresan dengan menggunakan dongkrak | 55 |
| Gambar 3.26. Hasil cetakan komposit (a. komposit serat ijuk acak dan b. komposit <i>hybrid</i> serat ijuk acak/serat gelas searah)..... | 56 |
| Gambar 3.27. Proses pemotongan komposit | 56 |
| Gambar 3.28. Posisi pemasangan spesimen (a. spesimen L=64; b. spesimen L=96; dan c. spesimen L=128) | 57 |
| Gambar 3.29. Diagram alir | 59 |
| Gambar 4.1. Proses pengukuran diameter serat ijuk | 60 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.2. Distribusi serat pada spesimen uji (a). <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,0; (b). <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,1; (c). <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,2; (d). <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,3; (e). <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4..... | 62 |
| Gambar 4.3. Penunjukan gaya lateral dan defleksi dari beberapa spesimen..... | 63 |
| Gambar 4.4. Grafik hubungan antara <i>hybrid ratio</i> (r_h) terhadap kekuatan <i>bending</i> | 65 |
| Gambar 4.5. Foto spesimen setelah pengujian <i>bending</i> (a) $L/d = 16$, (b) $L/d = 24$, dan (c) $L/d = 32$ | 67 |
| Gambar 4.6. Grafik hubungan antara <i>hybrid ratio</i> (r_h) terhadap regangan <i>bending</i> | 69 |
| Gambar 4.7. Grafik hubungan antara <i>hybrid ratio</i> (r_h) terhadap modulus elastisitas <i>bending</i> | 72 |
| Gambar 4.8. Foto makro patahan spesimen uji <i>bending</i> pada $L/d = 16$ (a) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,0, (b) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,1, (c) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,2, (d) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,3, dan (e) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4 | 74 |
| Gambar 4.9. Foto makro patahan spesimen uji <i>bending</i> pada $L/d = 24$ (a) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,0, (b) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,1, (c) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,2, (d) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,3, dan (e) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4 | 75 |
| Gambar 4.10. Foto makro patahan spesimen uji <i>bending</i> pada $L/d = 32$ (a) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,0, (b) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,1, (c) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,2, (d) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,3, dan (e) <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4..... | 76 |
| Gambar 4.11. Foto patahan serat gelas (a). Pada spesimen $L/d = 24$ <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4; (b). Pada spesimen $L/d = 32$ <i>hybrid ratio</i> (r_h) 0,4..... | 72 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| MPa | = megapascal |
| GPa | = gigapascal |
| Kgf | = kilogramforce |
| N | = newton |
| mm | = milimeter |
| cm | = centimeter |
| g | = gram |
| kg | = kilogram |
| m | = meter |
| ε | = regangan |
| σ | = tegangan |
| <i>E</i> | = elastisitas |
| $^{\circ}\text{C}$ | = derajat celcius |