

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KULIT BATANG KERSEN DENGAN SERAT KARBON TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* DENGAN Matrik POLIESTER

Dimas Erlangga

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : dimaserlangga1@mhs.unesa.ac.id

Mochammad Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Penggunaan komposit pada masa ini mengalami peningkatan dikarenakan kebutuhan akan bahan material yang memiliki kekuatan serta harga yang ekonomis, selain itu material jenis komposit memiliki sifat ramah lingkungan, tahan terhadap korosi sehingga lebih diunggulkan dibandingkan material jenis logam.. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, dan mekanisme kegagalan komposit dengan matrik poliester. Penelitian ini akan diaplikasikan pada panel panjat tebing sebagai material yang ramah lingkungan dan mendukung serat alam sebagai bahan komposit. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D638. Hasil pengujian tarik kekuatan rata-rata pada variasi fraksi volume 0% serat kulit batang kersen 5% serat karbon, dengan 95% matrik adalah 61,1 MPa, 5% serat kulit batang kersen 5% serat karbon, dengan 90% matrik adalah 62,6 MPa, 10% serat kulit batang kersen 5% serat karbon, dan 85% matrik adalah 63,7 MPa, 15% serat kulit batang kersen 5% serat karbon, dengan 80% matrik adalah 67 MPa, dan 20% serat kulit batang kersen 5% serat karbon, dan 75% matrik adalah 69,2MPa.

Kata Kunci: komposit, serat kulit batang kersen, serat karbon, poliester, fraksi volume, dan uji tarik.

Abstract

The use of composites at this time has increased due to the need for material that has strength and has advantages from economics, composite type material has environmentally, and resistant to corrosion so that composite materials are more chosen than metal type material. The aim of the study was to determine the tensile strength of composites with the use of natural fibers as supporting fibers to reduce the cost of carbon fiber composites. This research uses kersen bark fiber and carbon fiber with polyester matrix which will be applied to rock climbing panels as a new material that is environmentally friendly material and supports natural fiber as a composite material that has many benefits. Tensile testing uses the ASTM D638 standard. The average tensile strength test results on variations in the volume fraction of 0% kersen bark fiber 5% carbon fiber, with 95% of the matrix is 61,1 MPa, 5% kersen bark fiber, 5% carbon fiber, with 90% of the matrix is 62,6 MPa, 10% kersen bark fiber 5% carbon fiber, and 85% matrix is 63.7 MPa, 15% kersen bark fiber 5% carbon fiber, with 80% matrix is 67 MPa, and 20% kersen bark fiber 5% carbon fiber, and 75% of the matrix is 69.2MPa.

Keywords: composite, kersen bark fiber, carbon fiber, polyester, volume fraction, and tensile test.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan belakangan ini mendorong material jenis komposit banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi produk. Secara industri material komposit dikembangkan untuk menggantikan material logam yang banyak digunakan sebelum berkembangnya material komposit, dikarenakan material komposit memiliki beberapa keunggulan diantaranya yaitu tahan korosi, ringan, kuat, ulet, tahan panas, tahan terhadap benturan dan merupakan material yang lebih ramah terhadap lingkungan. Dalam penilaian dari sisi ekonomi material komposit memiliki harga yang jauh lebih murah apabila dibandingkan dengan material jenis logam, dimana material jenis komposit memiliki

proses cetak yang lebih mudah dan tidak melalui proses pengerjaan permesinan dengan alat berat.

Bahan pengisi komposit dari alam memiliki keunggulan jumlahnya melimpah, lebih murah, dan dapat diperbarui serta ramah lingkungan. Kersen-*Muntingia calabura L.* merupakan jenis tanaman yang sangat dikenal oleh penduduk Indonesia. Jenis ini biasanya dapat ditemukan dengan mudah karena tersebar luas di daerah tropis dan terutama tumbuh di pinggir jalan maupun lahan kosong. Kersen merupakan tanaman yang rimbun, selain memiliki daun yang lebat tanaman kersen juga memiliki batang pohon yang bercabang dan

mendatar, selain itu batang pohon kersen bersifat lunak dan mudah kering, kulit batang pada kersen sangat mudah untuk dikupas dari batang pohonnya, biasanya dimanfaatkan sebagai tali dikarenakan kulit batang tanaman kersen elastis dan kuat. Dari sifat-sifat tersebut, maka serat kulit batang kersen bisa digunakan sebagai penguat dalam komposit hibrid.

Serat karbon merupakan salah satu material penyusun komposit. Komposit berpenguat karbon merupakan salah satu jenis material komposit yang menggunakan serat karbon sebagai salah satu penyusunnya dikarenakan memiliki sifat yang sangat kuat tetapi ringan. Material komposit berpenguat serat karbon ini biasanya diaplikasikan pada pembuatan bahan material yang membutuhkan massa yang ringan contohnya pembuatan bagian-bagian pada pesawat, disamping itu serat karbon memiliki harga yang relatif cukup tinggi. Dengan demikian penggabungan serat sintesis dengan serat alam untuk menutupi kekurangan masing-masing serat agar memiliki sifat yang ramah lingkungan, dapat diperbaharui, sifat mekanis yang baik, dan lebih murah. Timbul suatu pemikiran mengenai penelitian komposit hibrid dengan penguat serat karbon dan serat batang kersen dengan variasi komposisi fraksi penguat yang berbeda, dengan menggunakan variasi fraksi volume serat untuk mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang lebih baik. Untuk mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang lebih baik dari komposit hibrid, maka dilakukan pengujian tarik.

Pengaplikasian komposit *hybrid* dengan penguat serat karbon dan serat kulit batang kersen digunakan pada panel panjat tebing. Pada umumnya pembuatan panel panjat tebing terbuat dari komposit dengan penguat serat *E-glass*, tetapi sering terjadi kerusakan yang disebabkan oleh tarikan antar sambungan panel dengan tumpuan panjat yang menyebabkan keretakan, lubang, dan patah. Kerusakan tersebut terjadi disebabkan karena panel panjat tebing menerima beban geser, tarik, maupun tekan akibat dari beban atau gaya yang diberikan pemanjat. Maka dari itu pengujian tarik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan komposit *hybrid* karbon. Panel panjat tebing memiliki standar oleh BSAPI yaitu kekuatan tarik sebesar 22,6 Mpa.

Penelitian yang akan dilakukan merujuk dari permasalahan tersebut, dengan menggunakan perbandingan fraksi volume serat serta pengujian kekuatan tarik komposit dan kekuatan tekuk komposit untuk mengetahui komposisi terbaik dari komposit *hybrid*. Dalam penelitian ini digunakan bahan utama dengan matrik resin poliester dan penguat serat kulit batang kersen dan serat karbon.

Berdasarkan pemikiran diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh persentase fraksi volume komposit *hybrid* berpenguat serat karbon dan serat kulit batang kersen dengan matrik poliester terhadap kekuatan tarik?
- Bagaimana mekanisme kegagalan benda uji pengujian *destructive test* yang terjadi pada perbedaan fraksi volume komposit hibrid berpenguat serat karbon dan serat batang kersen dengan matrik poliester akibat dari uji tarik?

METODE

Jenis Penelitian

Metode penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik komposit *hybrid* menggunakan penguat serat kulit batang kersen dan serat karbon dengan matrik poliester.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan September 2018 sampai dengan bulan november 2018.

- Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan didua tempat. Untuk pembuatan spesimen komposit dilakukan di Laboratorium Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Sedangkan untuk pengujian kekuatan tarik dilakukan di Laboratorium Bahan dan Pengolahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah :

- ❖ Variabel bebas

Tabel 1: variabel spesimen uji tarik

No	Variasi fraksi volume Serat	Serat karbon	Serat kulit batang kersen	matrik poliester
1	5%	5%	0%	95%
2	10%	5%	5%	90%
3	15%	5%	10%	85%
4	20%	5%	15%	80%
5	25%	5%	20%	75%

- ❖ Variabel terikat

- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil dari nilai kekuatan tarik komposit hibrid.

❖ Variabel Kontrol

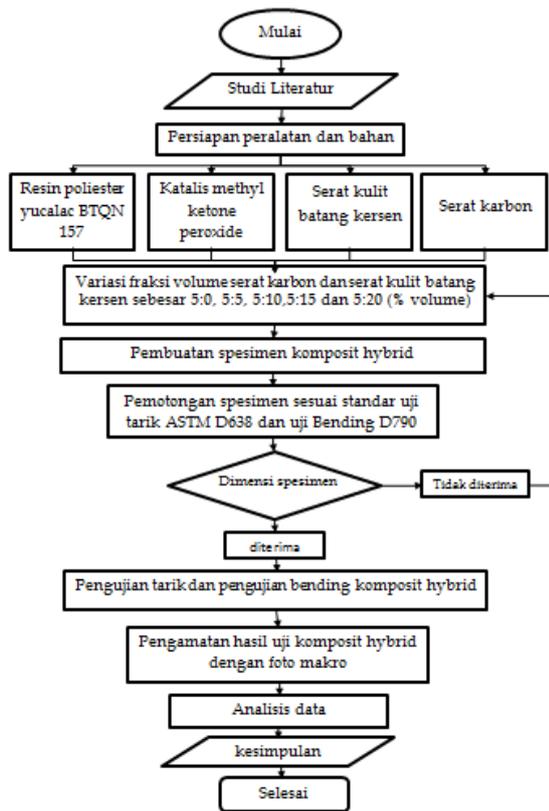
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah Proses manufaktur pembuatan komposit *hybrid* dalam cetakan, proses pembuatan spesimen dengan metode *hand lay up*, dia meter dan ukuran serat, dan variasi susunan lamina komposit hibrid acak anyam.

Bahan, Instrumen dan Peralatan Penelitian

- **Bahan Penelitian**
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat kulit batang kersen, serat karbon dan resin poliester.
- **Instrumen Penelitian**
instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - ❖ Mesin uji Tarik
 - ❖ Mistar
- **Peralatan Penelitian**
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Cetakan spesimen
 - Kertas amplas
 - Kuas cat
 - Gerinda
 - Miror wax glaze(opsional)
 - Sarung tangan
 - Dongkrak hidrolis
 - cutter

Rancangan penelitian

Langkah penelitian dilakukan seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1: Rancangan Penelitian

Prosedur

1. Pembuatan Spesimen

Langkah-langkah pembuatan sampel komposit dengan metode *hand lay-up*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Menyiapkan cetakan.
- Alas cetak dan penutup dibersihkan dari kotoran.
- Dilakukan pengolesan dengan *mirror wax glaze* dan maka komposit sudah bisa dicetak.
- Serat ditimbang dengan jumlah sesuai dengan fraksi volume.
- Matrik juga ditimbang sesuai jumlah fraksi volume terhadap cetakan dan densitasnya.
- Serat dan matrik yang sudah sesuai takaran dicampur ke dalam gelas lalu diaduk pelan-pelan dengan sendok hingga merata.
- Tambahkan katalis dengan perbandingan sesuai fraksi volume resin.
- Tuangkan campuran bahan tersebut ke dalam cetakan, tunggu hingga kering selama kurang lebih 24 jam.
- Spesimen komposit yang telah kering dibentuk sesuai standar pengujian dan diukur geometri awalnya dikatakan sebagai spesimen siap uji.

• Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui perubahan kekuatan tarik spesimen komposit, Sebelum dimulai pengujian tarik penguji harus memotong terlebih dahulu spesimen dengan standar uji tarik ASTM D638, kemudian bahan yang sudah terbentuk selanjutnya dirapikan permukaan dengan amplas. Setelah dirapikan spesimen siap untuk diujikan.

Tabel 2: tabel ukuran spesimen uji

Dimensi	Panjang (mm)	Toleransi (mm)
W : <i>width of narrow section</i>	13	± 0,5
Wo : <i>width of overall</i>	19	± 0,5
Lo : <i>length of overall</i>	165	No max
G : <i>gage length</i>	50	± 0,25
D : <i>distance between grips</i>	115	± 5
R : <i>radius of fillet</i>	76	± 1

Perhitungan kekuatan tarik maksimal dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\sigma = \frac{p}{A}$$

Keterangan :

σ = Kekuatan tarik (Mpa)
 P = Beban yang diberikan (N)
 A = Luas penampang (mm²)

Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini menggunakan metode analisis data kualitatif deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian (Sugiyono, 2014).

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil dari pengukuran dimasukkan dalam tabel, dihitung secara teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami. Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit *hybrid* serat kulit batang kersen dengan serat karbon.

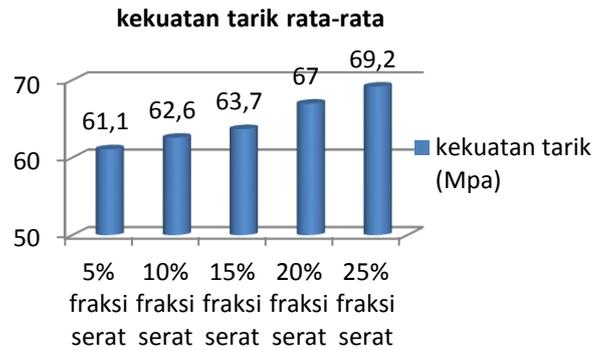
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

Tabel 3. Hasil Uji Tarik

Fraksi Volume	Sampel	Beban Maksimum (kN)
Serat kersen 0%, serat karbon 5%, dan matrik 95%	1	5,5
	2	5,7
	3	5,5
Serat kersen 5%, serat karbon 5%, dan matrik 90%	1	5,7
	2	5,8
	3	5,6
Serat kersen 10%, serat karbon 5%, dan matrik 85%	1	5,8
	2	5,9
	3	5,7
Serat kersen 15%, serat karbon 5%, dan matrik 80%	1	5,9
	2	6,2
	3	6,2
Serat kersen 20%, serat karbon 5%, dan matrik 75%	1	6,2
	2	6,5
	3	6,2

Pada tabel 3 diatas merupakan data hasil pengujian tarik yang diperoleh merupakan dalam bentuk kekuatan maksimum dengan satuan KN (KiloNewton).



Gambar 2: Grafik kekuatan tarik (kN)

Berdasarkan hasil di atas, dapat diketahui hasil rata-rata nilai kekuatan tarik dari komposit *hybrid* berpenguat serat kulit batang kersen dan serat karbon dengan matrik poliester dan pengaruh fraksi volume serat kulit batang kersen dan serat karbon, gambar tersebut dapat dilihat bahwa komposit yang telah diisi dengan serat kersen kekuatannya lebih tinggi dari kekuatan resin poliester. Dari penelitian diperoleh besarnya kekuatan tarik yaitu dari volume serat kulit batang kersen 0%, serat karbon 5%, dan poliester 95% diperoleh kekuatan tarik rata-rata sebesar 61MPa, dengan penambahan serat kersen 5% serat karbon 5% dan matrik 90% memiliki kekuatan tarik sebesar 62,6 Mpa, penambahan serat kersen 10% serat karbon 5% dan matrik 85% memiliki kekuatan tarik sebesar 63,7Mpa, penambahan serat kersen 15%, serat karbon 5% dan matrik 80% memiliki kekuatan tarik sebesar 67 Mpa, dan mengalami penurunan kekuatan tarik pada fraksi penambahan serat kulit batang kersen 20%, serat karbon 5%, dan matrik 75% dengan rata-rata kekuatan tarik sebesar 69,2Mpa.



Gambar 3: patahan uji tarik

Pada gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa patahan yang terjadi akibat uji tarik dan uji bending mengalami kegagalan material diantaranya munculnya *delaminasi* atau perpecahan matrik akibat gaya maksimum yang diterima spesimen, serta adanya *fiber pull out* dimana

serat keluar dari patahan spesimen dikarenakan beban yang diterima merupakan beban maksimum kekuatan dari serat penopang

- Perbandingan kekuatan tarik komposit dengan standar BSAPI
- Perbandingan Standar Kekuatan Tarik
Perbandingan kekuatan tarik serat *hybrid* karbon dengan serat kulit batang kersen diambil dengan hasil fraksi yang memiliki nilai tertinggi yaitu pada fraksi volume serat kulit batang kersen 20%, serat karbon 5%, hasil perbandingan dengan syarat yang ditentukan oleh BSAPI pada tabel berikut.

Tabel 4: Perbandingan Kekuatan Tarik Komposit *Hybrid* Dengan Syarat BSAPI

Uraian	Panel Panjat Tebing	
	Komposit <i>Hybrid</i> Serat Karbon Dan Serat Kersen	Syarat BSAPI
Kekuatan Tarik (Mpa)	69,2	22,6

Dari hasil perbandingan tabel 4 maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik dari komposit *hybrid* serat kulit batang kersen dan serat karbon melebihi syarat batas yang ditentukan oleh BSAPI.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dari pengujian tarik dan pengujian bending komposit *hybrid* berpenguat serat kulit batang kersen dan serat karbon dengan resin polyester, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- ❖ Adanya Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik komposit *hybrid* berpenguat serat kulit batang kersen dan serat karbon dengan resin poliester. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada fraksi volume 20% serat kulit batang kersen dan serat karbon 5% dengan matrik poliester 75% sebesar 69,2 MPa, sedangkan untuk kekuatan tarik terendah diperoleh pada fraksi volume 0% serat kulit batang

kersen dan serat karbon 5% dengan matrik poliester 95% sebesar 61,1 MPa.

- ❖ Bentuk kegagalan komposit *hybrid* berpenguat kulit batang kersen dan serat karbon dengan resin poliester pada pengujian tarik serat yang searah dengan beban tarik mengalami *fiber pull-out* dan matriks pecah karena melampaui batas kekuatan tariknya (delaminasi).

Saran

Saran dalam penelitian pengaruh fraksi volume serat komposit *hybrid* berpenguat serat kulit batang kersen dan serat karbon dengan resin *polyester* terhadap kekuatan tarik adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan fraksi volume serat sintesis lebih dari 15% agar kekuatan mekanis dapat melampaui jauh dari standar dari BSAPI
2. Pemberian serat sebaiknya merata agar patahan yang terjadi pada saat pengujian data yang dihasilkan merupakan data yang valid.
3. Pada proses pembuatan komposit hindari terjadinya rongga udara atau *void* karena akan mempengaruhi kekuatan bahan komposit. dianjurkan menggunakan pembuatan komposit dengan metode vakum untuk meminimalisir terjadinya *void* dalam pembuatan spesimen komposit.
4. Dalam melakukan pembuatan spesimen uji bahan komposit hendaknya memakai alat pengaman, karena bahan komposit terutama polister dan serat karbon dapat menimbulkan iritasi pada saat kontak secara langsung dengan kulit.

DAFTAR PUSTAKA

- Akovali G., 2001."Handbook of composite fabrication". Smithers Rapra Technology
- Annual Book of ASTM Standards D 638-00. (2000). "Standard Test Method for Tensile

Properties of Polymer Matrix Composite Materials". American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA.

Nucifera)". Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung.

Callister, William D. 2007. "Material Science and Engineering An. Introduction". New York.

Tim Penyusun. (2014). "Buku Pedoman prnyusunan skripsi Fakultas Teknik Unesa". Surabaya: Unesa Press.

Dwi Cahyo, Teguh.M. (2015). "studi tebal core komposit sandwich berpenguat serat e-glass dan serat carbon terhadap kekuatan bending dengan matrik polyester". Surabaya: Unesa.

Gibson, F.R., (1994). "Principles of Composite material Mechanis", International Edition", McGraw-Hill Inc, New York.

Jones, Robert M., 1999, "Mechanic Of Composite Material-2nd Edition". Taylor & Francis, USA.

Junaedi, Fajar. (2008). "pengaruh fraksi volume komposit hybrid bambu dan serat e glass bermatrik polyéster 157 bqtn". Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Kaw, Autar.K. (2006). "mechanics of composite material second edition". America: CRC Press

Mathew, F. L, & R. D. Rawlings. 1994. "Composite Matarial: Engineering and Science". London: Chapman and Hall.

Muhajir, Dkk. (2016). "Analisis kekuatan tarik bahan komposit matriks resin berpenguat serat alam dengan berbagai varian tata letak". Malang: Universitas Negeri Malang.

Nur Ichsan, Rusman. (2015). "Pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat e-glass dan serat carbon terhadap kekuatan tarik dengan matrik polyester". Surabaya: Unesa.

Sinarep, Nasmi. (2015). "Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon". Mataram: Universitas Mataram NTB.

Stark,N.M. and Rowland,R. (2003). "effect of wood fibre characteristic on mechanical properties of wood/polyprophylene composites". Wood and fiber science.35(2):167-174

Sugiono, (2006). "Statistika Untuk Penelitian". Bandung: CV ALFABETA

Suhdi, dkk. (2017). "Analisa Kekuatan Mekanik Komposit Seratsabut Kelapa (Cocos

