



ANALISA KUAT TEKAN BALOK KOMPOSIT SERAT BUAH LONTAR

COMPRESSIVE STRENGTH ANALYSIS OF PALM FIBER COMPOSITE BEAMS

Marsianus M F Hanmina^{1*}, Yeremias M Pell², Wenseslaus Bunganaen³,
Damianus Manesi⁴

¹ Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang

^{2,3} Program Studi Teknik Mesin, Undana, Kupang, Indonesia

⁴ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Undana, Kupang Indonesia

Email: masryhanmina29@gmail.com

Sejarah Artikel

Diterima: Mei 2024

Disetujui: Juni 2024

Dipublikasikan: Juni 2024

Abstract

This research aims to produce a new material to replace wood. As technology develops in the engineering field, we can also use palm fiber as a basic material for making composites, specially making composite blocks. The characteristics of one of these local plant species can be obtained from the use of palmyra plants which have a high content, which can be used in making composites. The specimen making process uses the press hand lay-up method, with unsaturated polyester resin (UPRs) type Yukalac 157 BQTN. The fiber used is palm fruit fiber. Meanwhile, the alkali treatment (NaOH) on the fiber is 5% for 2 hours. Volume fraction (V_f) is 35%. The variations carried out in this research were variations in fiber direction, namely random fibers and parallel fibers. Compressive strength test specimens were made using ASTM D 695-02a standards. The research results show that the highest average compressive strength value is in composites with random fiber orientation, namely 13240 MPa, while the lowest average compressive strength value is in composites with perpendicular fiber orientation, namely 11900 MPa. The highest average stress value for composites with random fiber orientation is 82.088, while the lowest average stress value for composites with perpendicular fiber orientation is 73.780. The lowest strain value in the composite with random fiber orientation was 0.181, while the lowest strain in the composite with fiber orientation perpendicular to the load was 0.102. Meanwhile, the highest elastic modulus value for the composite with perpendicular fiber orientation was 881,505 and the lowest elastic modulus value for the composite with random fiber orientation was 488,211.

Kata Kunci

Reain Polyester 1; Balok Komposit 2; Serat Buah Lontar 3; Arah Serat 4; Kuat Tekan.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan material baru pengganti kayu. Seiring perkembangan teknologi di bidang teknik, kita juga dapat memanfaatkan serat lontar sebagai bahan dasar pembuatan komposit khususnya pembuatan balok komposit. Karakteristik salah satu spesies tanaman lokal ini dapat diperoleh dari pemanfaatan tanaman lontar yang memiliki kandungan serat yang tinggi, yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit.



Proses pembuatan spesimen menggunakan metode *press hand lay-up*, dengan resin *unsaturated polyester* (UPRs) jenis Yukalac 157 BQTN. Serat yang digunakan adalah serat buah lontar. Sedangkan perlakuan alkali (NaOH) pada serat adalah 5% selama 2 jam. Fraksi volum (V_f) sebesar 35 %. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu variasi arah serat yaitu serat acak dan serat sejajar. Spesimen uji kuat tekan dibuat dengan menggunakan standar ASTM D 695-02a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekutan tekan rata-rata tertinggi pada komosit dengan arah serat acak yaitu 13240 MPa sedangkan nilai kekuatan tekan rata-rata terendah ada pada komposit dengan orientasi serat tegak lurus yaitu 11900 MPa. Nilai tegangan rata-rata tertinggi pada komposit dengan orientasi serat acak yaitu 82,088, sedangkan nilai tegangan rata-rata terendah pada komposit dengan orientasi serat tegak lurus yaitu 73,780. Nilai regangan terendah pada komposit dengan orientasi serat acak yaitu 0,181, sedangkan regangan terendah pada komposit dengan orientasi serat tegak lurus pembebanan yaitu 0,102. Sedangkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada komposit dengan orientasi serat tegak lurus yaitu 881,505 dan nilai modulus elastisitas terendah pada komposit dengan orientasi serat acak yaitu 488,211.

DOI:
10.33172/jmb.xxxx.xx-01

e-ISSN: 2716-4462
© 2024 Published by Program Studi Permesinan Kapal
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

***Corresponding Author:**

Marsianus Mario Fredrikus Hanmina
Email: masryhanmina29@gmail.com



PENDAHULUAN

Permintaan kayu sebagai bahan konstruksi selalu meningkat dari tahun ke tahun, padahal kemampuan penyediaan volume kayu semakin menipis. Kayu kualitas baik (kelas kuat I/II) umumnya memiliki usia tebang sampai puluhan tahun (30 tahun lebih). Usia tebang yang lama, apalagi dengan areal penanaman yang semakin menyempit, menimbulkan masalah tersendiri bagi penyediaan kayu. Sekarang ini sudah sangat sulit diperoleh balok kayu dengan ukuran besar padahal untuk mendukung konstruksi berat, seperti jembatan, seringkali memerlukan balok berukuran besar. Disisi lain, tersedia cukup melimpah balok dan batang kayu berukuran kecil dan pendek, baik dari potongan cabang pohon, limbah akibat kesalahan proses produksi, ataupun kayu bekas struktur yang sudah tidak dipakai. Umumnya balok dan batang kayu tersebut digunakan untuk keperluan non struktural, atau bahkan hanya sebagai kayu bakar (Rochman dan Sudjatmiko 2008).

Dari permasalahan di atas material teknik semakin mudah menjadi objek penelitian dalam berbagai perancangan. Hal ini karena semua kebutuhan manusia hampir tidak bisa dipisahkan dari material teknik. Selain itu, material teknik yang semakin banyak dikembangkan adalah komposit polimer, secara struktur yang diperkuat dengan serat alam. Beberapa alasan menggunakan serat alam sebagai penguat komposit yaitu lebih ramah lingkungan dan mudah terurai. Dibandingkan serat sintetik, berat jenisnya lebih kecil, dan pada beberapa jenis serat alam mempunyai rasio berat modulus lebih baik dari serat *eglass*, selain itu komposit serat alam juga mempunyai daya redam akustik lebih tinggi dibanding komposit serat *eglass* dan serat karbon, serta serat alam lebih ekonomis dibanding serat *eglass* dan serat karbon. Mallick, (2007). Selain itu serat alam tersedia dan dapat diperoleh sepanjang waktu sesuai dengan kebutuhan.

Dari penelitian–penelitian terdahulu, dikatakan bahwa pemanfaatan serat buah lontar sebagai penguat komposit masih ditingkat penelitian awal. Belum ditemukan penelitian yang bersifat aplikatif. Sehingga berdasarkan informasi dan penelusuran literatur ini, maka coba dilakukan penelitian aplikasi untuk serat buah lontar sebagai penguat komposit. Dalam hal ini yang akan diteliti adalah menganalisa kuat tekan balok komposit serat buah lontar. Alasan pemilihan topik ini yaitu untuk menjadikan balok komposit sebagai pengganti balok/tiang kayu ataupun besi karena tidak bisa dipungkiri bahwa saat ini kayu dan besi sudah semakin langka, ditandai dengan harga kedua bahan ini sudah semakin mahal. Diharapkan balok komposit ini bisa lebih murah dan kuat sehingga pemanfaatannya pun bisa menjadi alternatif pengganti kayu dan besi.

METODE PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu alat cetak, Timbangan digital, Gergaji tangan, Gelas ukur, Kuas, Gerinda, Jangka sorong, Gunting dan *Cutter*, Mesin uji kuat tekan, Camera digital. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Serat buah lontar, Resin *Polyester*, Katalis atau

hardener, *Wax mirror glass*. Serat buah lontar yang sudah ada diberi perlakuan NaOH 5%, selama ± 2 Jam. Dimulai dari membuat cetakan komposit. Mekanisme penekanan menggunakan fer mobil. Alat lain yang digunakan yaitu timbangan digital, kunci pengencang baut, kuas, gerinda tangan dan jangka sorong. Menghitung jumlah serat yang digunakan. Pertama, mengetahui massa jenis serat, untuk mendapatkan fraksi volume serat. Setelah itu serat buah lontar ditimbang. Langkah selanjutnya, siapkan alat cetak spesimen yang sudah dibalut dengan isolasi dan diolesi *wax mirror glass* agar pada saat proses pelepasan material yang telah dicetak tidak melekat pada cetakan. Kemudian campurkan resin *polyester* dan katalis. Memasukkan serat sedikit demi sedikit ke dalam cetakan dengan arah serat acak dan arah serat tegak lurus. Diikuti lagi dengan resin, demikian seterusnya sampai tercukupi sesuai fraksi volum yang sudah dihitung dan diukur. Lakukan pengerasan dengan mengencangkan baut pengikat yang terdapat pada alat cetak secara merata agar tidak terjadi Pengelembungan udara yang mengakibatkan penurunan kekuatan dari bahan komposit. Biarkan spesimen mengering selama sehari, kemudian bentuk spesimen uji untuk uji kuat tekan. Spesimen uji kuat tekan dibuat dengan menggunakan standar ASTM D 695-02a.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 1 di bahwa. Sedangkan pada tabel 2 adalah hasil perhitungan tegangan (σ), regangan (ϵ) dan modulus elastisitas (E) dari balok komposit dengan arah serat acak dan arah serat tegak lurus.

Tabel 1. Hasil Pengujian

NO	Arah Serat Terhadap Beban	Kode Spesimen	b (mm)	L (mm)	T ₀ (mm)	T _i (mm)	P (N)	P (N) Rata-Rata	Defleksi	Defleksi Rata-Rata
1	Serat Acak	A1	12.7	12.7	25.4	19	12100	13240	1,5	1.398
		A2	12.7	12.7	25.4	22	14200		1,61	
		A3	12.7	12.7	25.4	20	12600		1,24	
		A4	12.7	12.7	25.4	22	13400		1,36	
		A5	12.7	12.7	25.4	21	13900		1,28	
2	Tegak Lurus Arah Serat	B1	12.7	12.7	25.4	22	14500	14200	1,6	1.392
		B2	12.7	12.7	25.4	19	13900		1,42	
		B3	12.7	12.7	25.4	21	15500		1,41	
		B4	12.7	12.7	25.4	22	14300		1,51	
		B5	12.7	12.7	25.4	24	12800		1,02	

Sumber: data hasil penelitian, 2023.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan.

No	Arah Serat Terhadap Beban	Tegangan	Tegangan (σ) Rata-Rata	Regangan	Regangan (ϵ) Rata-Rata	ME (E)	ME Rata-Rata
1	Serat Acak	75,020	82,088	0,252	0,181	297,736	488,211
		88,040		0,134		657,712	
		78,120		0,213		367,454	
		83,080		0,134		620,658	
		86,180		0,174		497,495	
2	Tegak Lurus Arah Serat	71,920	73,780	0,055	0,103	1304,837	881,505
		73,780		0,173		425,913	
		71,300		0,095		754,594	
		73,780		0,055		1338,583	
		78,120		0,134		583,604	

Sumber: data hasil perhitungan, 2023.

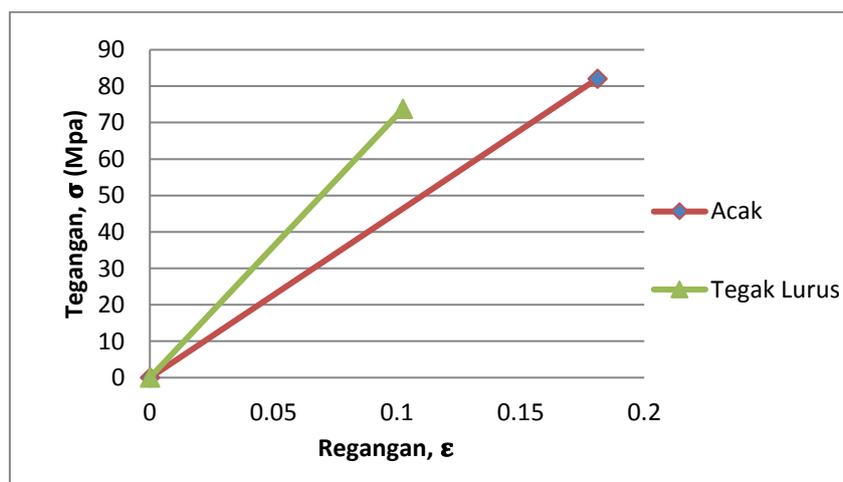
$$\sigma = \frac{P}{A} (\text{MPa}) \text{ (ASTM 695)} \quad (1)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \text{ (ASTM 695)} \quad (2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (ASTM 695)} \quad (3)$$

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung tegangan (σ), regangan (ϵ) dan modulus elastisitas (E) pada tabel 2. Dari data hasil perhitungan pada tabel 2 di atas diperoleh nilai tegangan (σ), regangan (ϵ) dan modulus elastisitas (E) dari balok komposit. Berikut adalah grafik hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Grafik hubungan Tegangan (σ) vs Regangan (ϵ)

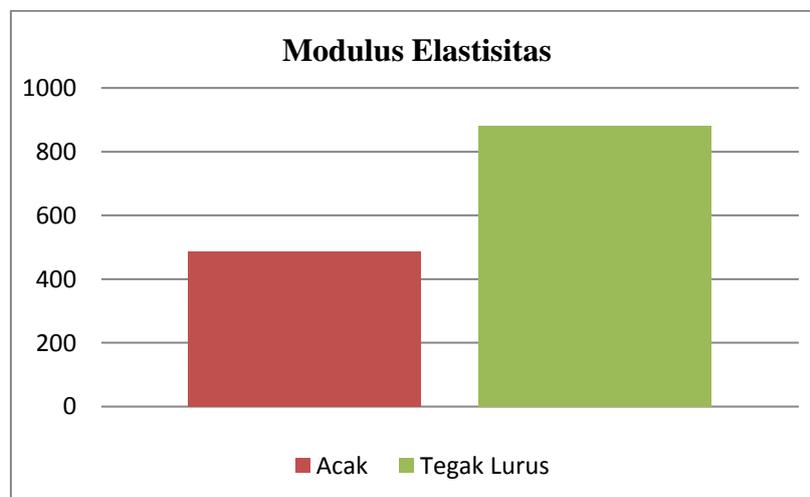


Gambar 1. Hubungan Tegangan (σ) (MPa) vs Regangan (ϵ) Pada Komposit Dengan Orientasi Serat Acak dan Tegak Lurus Arah Serat.

Dari tabel 2 hasil perhitungan dan grafik hubungan antara Tegangan (σ) (MPa) vs Regangan (ϵ), dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tekan rata-rata yang paling tinggi yaitu pada komposit dengan arah serat acak terhadap beban, yaitu 82,088 MPa. Sedangkan tegangan terkecil pada komposit dengan arah serat tegak lurus terhadap beban, yaitu 73,780 MPa. Namun pada regangan (ϵ) rata-rata nilai tertinggi diperoleh pada komposit serat acak, yaitu 0,181, sedangkan regangan (ϵ) terkecil pada komposit dengan arah serat tegak lurus yaitu 0,103.

Hal ini disebabkan karena arah serat dari kedua balok komposit berbeda. Arah serat menunjukkan bahwa kekuatan setiap spesimen berbeda karena nilai defleksi dari setiap spesimen bervariasi. Perbedaan dari nilai defleksi ini menunjukkan bahwa sampai dimana suatu bahan material dapat menerima tekanan maksimal sebelum material itu mengalami kegagalan. Setiap arah serat pada material memiliki nilai kekuatan yang berbeda-beda terhadap gaya yang diberikan. Maka hal ini menunjukkan bahwa hasil dari defleksi untuk setiap arah serat mempengaruhi nilai dari tegangan dan regangan.

2. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas (E) dan Arah Serat Terhadap Pembebanan.



Gambar 2. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas (E) dan arah serat terhadap pembebanan.

Dari tabel 4.2. hasil perhitungan dan grafik hubungan antara modulus elastisitas dan arah serat, dapat diketahui bahwa Nilai modulus elastisitas yang paling tinggi yaitu pada komposit dengan arah serat tegak lurus yaitu sebesar 881.505 MPa. Sedangkan modulus elastisitas yang terendah pada komposit dengan arah serat acak terhadap beban, yaitu sebesar 488.210 MPa. Berdasarkan tabel 4.2. hasil perhitungan menunjukkan bahwa modulus

elastisitas tertinggi pada komposit dengan arah serat tegak lurus di bandingkan kedua arah serat lainnya. Namun pada perhitungan tegangan dan regangan komposit dengan arah serat tegak lurus memiliki nilai terendah.

Hal ini disebabkan karena makin rendah tegangan dan regangan dari balok komposit tersebut maka modulus elastisitas balok tersebut paling tinggi. Dari pengujian dan perhitungan balok komposit dengan arah serat acak, sejajar dan tegak lurus pembebanan nilai terendah tegangan dan regangan adalah komposit dengan arah serat acak, sehingga modulus elastisitas tinggi pada komposit dengan arah serat acak sebesar 1338.58 MPa. Sedangkan modulus elastisitas terendah pada komposit dengan arah serat acak sebesar 657.711 MPa. Ini membantu untuk menganalisa perkembangan tegangan regangan pada elemen struktur yang sederhana dan untuk menentukan analisa tegangan-regangan, dan momen pada struktur yang lebih kompleks. Modulus elastisitas balok komposit ditentukan dari hubungan antara tegangan-regangan balok komposit pada daerah elastis.

PENUTUP

Dari hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengujian kuat tekan balok komposit serat buah lontar yang paling tinggi yaitu kuat tekan dengan arah serat acak yaitu 14.200 N, sedangkan pengujian kuat tekan terendah pada komposit dengan arah serat tegak lurus beban yaitu 11.500 N.

Hasil perhitungan dan grafik hubungan antara Tegangan (σ) (MPa) vs Regangan (ϵ), dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tekan rata-rata yang paling tinggi yaitu pada komposit dengan arah serat acak terhadap beban, yaitu 82,088 MPa. Sedangkan yang terendah pada komposit dengan arah serat tegak lurus terhadap beban, yaitu 73,780 MPa. Namun pada regangan (ϵ) rata-rata nilai tertinggi diperoleh pada komposit serat acak, yaitu 0,181 dan regangan (ϵ) rata-rata terendah pada komposit dengan arah serat tegak lurus arah beban yaitu 0,102. Sedangkan modulus elastisitas (E) tertinggi pada komposit dengan arah serat tegak lurus beban yaitu 881,505 dan modulus elastisitas (E) terkecil pada komposit dengan serat acak yaitu 488,211.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus dkk, *Komposit Laminat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Socket Prosthesis*, *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin* Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2009
- ASTM *Standard D 695-02a*.

Marsianus M F Hanmina, Yeremias M Pell, Wenseslaus Bunganaen, Damianus Manesi.
Analisis Kuat Tekan Balok Komposit Serat Buah Lontar

Diharjo K., 1996. Karakteristik Laju Perambatan Retak pada Plat Al 6061 T6 Berlubang dengan Retak Tunggal dan Ganda, Skripsi, Teknik Mesin FT UGM, Yogyakarta.

Diharjo, K., dan Triyono, T., 2003, Buku Pegangan Kuliah Material Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Gibson, F Ronald (1994) Principles Of Composite Material Mechanics, McGraw- Hill.

Glen Smith, Katrina Gass, and Beckry Abdel-Magid, (2004), "The Effect of Specimen Loading on the Long-term Properties of Composite Materials, WSU College of Science and Engineering Journal, Fall 2004, Vol. 1, No.2.

Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd

Jurnal Energi dan Manufaktur. *Analisis Sifat Kekuatan Tekan dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde Diperkuat Serat Batang Kedelai*. Vol.6, No.1, April 2013

Skripsi, Teknik Mesin FT UNS, Surakarta