

Pengaruh Orientasi Sudut Anyaman Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Diperkuat Serat Basal

Muhamad Arsyi Alfatin, Ngakan Putu Gede Suardana,
I Gede Putu Agus Suryawan

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Banyak dilakukan penelitian untuk menciptakan komposit dengan bahan yang berasal dari alam, sehingga tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan. Seperti contohnya serat basal yang ramah lingkungan, yang membuat penggunaannya sangat menarik. Secara orientasi sudut jika menggunakan dua arah maka secara longitudinal akan kuat pada arah tersebut, namun kekuatan yang berbeda akan dihasilkan jika ditarik kearah lain yang cenderung lebih lemah. dalam kata lain tidak kuat secara transversal. Maka dari itu, peneliti memvariasikan anyaman serat basal untuk membuat komposit diperkuat serat basal dengan orientasi sudut anyaman 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90° ; dan spesimen dipotong ke arah sudut 0° , 10° , 30° , 45° , 50° , 60° . Kemudian dilakukan pengujian komposit tersebut dengan uji tarik. Uji ini perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen yang telah dibuat. Tujuan daripada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana sifat kekuatan tarik dari pada spesimen yang telah dibuat dan struktur perpatahan serat. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa spesimen dengan sudut potong 0° memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan spesimen lainnya yang telah dibuat. Kekuatan tariknya mencapai 180,922MPa, dengan pertambahan panjang 4,055%, dan modulus elastisitasnya sebesar 4,552GPa. Sedangkan kekuatan yang paling lemah dialami oleh spesimen dengan sudut potong 45° dengan kekuatan tarik 126,531MPa, pertambahan panjang 3,417%, dan modulus elastisitasnya sebesar 3,89GPa.

Kata Kunci: Arah Serat, Komposit, Serat Basal, Uji Tarik

Abstract

Many researchers have been done to create composites with materials of natural origin, so as not to have a negative impact on the environment. For example, basalt fiber is environmentally friendly, which makes its use very attractive. In terms of angular orientation, if you use two directions, it will be longitudinally strong in that direction, but a different strength will be generated if it is pulled in another direction which tends to be weaker. in other words, it is not transversely strong. Therefore, the researchers varied the basalt webbing to make basalt fiber reinforced composites with a woven angle orientation of 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90° ; and the specimens were cut at an angle of 0° , 10° , 30° , 45° , 50° , 60° . Then the composite testing was carried out with a tensile test. This test needs to be done to determine the tensile strength of the specimens that have been made. This study aims to determine the properties of the tensile strength of the specimens that have been made and the fiber fracture structure. The results of the test show that the specimen with a cut angle of 0° has a very high tensile strength when compared to other specimens that have been made. The tensile strength reaches 180,922MPa, with a length increase of 4.055%, and the modulus of elasticity is 4.552GPa. While the weakest strength was experienced by specimens with a cutting angle of 45° with a tensile strength of 126.531MPa, an increase in length of 3.417%, and a modulus of elasticity of 3.89GPa.

Keywords: Direction of fiber, Composite, Basalt Fiber, Impact Test

1. Pendahuluan

Komposit terjadi di alam, misalnya kayu yang terdiri dari selat selulosa bercampur dengan lignin, atau tulang manusia adalah campuran kolagen organik, kristal non-organik, dan bahan lainnya [1].

Banyak dilakukan penelitian untuk menciptakan komposit dengan bahan yang berasal dari alam, sehingga tidak memberikan dampak negative pada lingkungan. Seperti contohnya serat basal ramah lingkungan, yang membuat penggunaannya sangat menarik. Tidak seperti serat kaca, serat basal tidak membutuhkan bahan aditif dalam

produksinya. Saat ini teknologi untuk memproduksi serat basal sangat mirip dengan yang digunakan dalam produksi serat kaca. Perbedaan utama antara serat basal dan serat kaca adalah bahan baku yang digunakan. Serat kaca diproduksi dari berbagai komponen, sedangkan serat basal dibuat dengan batuan basal tanpa bahan tambahan lain. Penggantian serat kaca dengan serat basal dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan dengan logam dan oksida yang beracun, yang dihasilkan dalam produksi serat kaca [2].

Secara orientasi sudut jika kita menggunakan dua arah maka secara

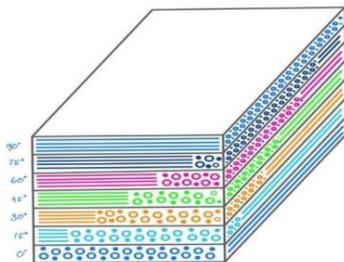
longitudinal akan kuat pada arah tersebut, namun kekuatan yang berbeda akan dihasilkan jika ditarik ke arah lain yang cenderung lebih lemah. Dalam kata lain tidak kuat secara transversal. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis berfokus kepada penelitian yang membahas pengaruh orientasi sudut anyaman komposit diperkuat serat basal. Peneliti memvariasikan anyaman serat untuk pembuatan komposit, arah serat diantaranya 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°; dan spesimen dipotong kearah sudut 0°, 10°, 30°, 45°, 50°, 60°. Kemudian dilakukan pengujian komposit tersebut dengan uji tarik. Uji ini perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen yang telah dibuat.

Tujuan dari pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana sifat kekuatan tarik dari komposit poliester basal laminet dengan orientasi sudut anyaman yang telah dibuat.

2. Dasar Teori

2.1 Teori Laminasi

Geometri yang banyak digunakan untuk komposit serat kontinu adalah laminasi. Laminasi terbuat dari lapisan yang semua sertanya sering kali memiliki arah yang sama. Serat biasanya jauh lebih kuat dan lebih kaku daripada matriks sehingga lapisan lebih kaku dan lebih kuat dalam arah serat - ini adalah anisotropi [3,4]. Sebuah laminasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposit Laminasi

2.2 Serat Basal

Serat Basalt, terbuat dari mineral bebatuan gunung berapi bernama basal. Serat basal memiliki banyak keunggulan, diantaranya dan yang paling utama adalah ringan dan tahan terhadap api, tahan terhadap suhu tinggi, dan paparan sinar biru (ultra violet).

Serat basal bisa digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan, atau dibuat tipis dan lentur untuk bahan kain, atau sebagai bahan pelapis benda-benda yang harus tahan panas dan api. Proses pembuatan serat basal

tergolong aman bagi ekologi karena tidak melibatkan proses kimia [5].

3. Metode penelitian

Penggunaan alat-alat dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi lima yaitu sebagai berikut:

1. Alat uji: Tensilon RTG-1250.
2. Alat cetak: kaca dan kuas.
3. Alat potong: gunting dan gerinda.
4. Alat Ukur: jangka sorong dan timbangan digital.
5. Alat K3: masker, sarung tangan karet.

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah serat basal sebagai penguat. Lalu polyester resin sebagai matriksnya.



Gambar 2. Alat Uji Tarik

Tegangan yang terjadi dihitung dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

σ = tegangan tarik (MPa)

A_0 = luas penampang spesimen mula-mula (mm^2)

P = beban (N)

Pada saat bersamaan spesimen juga mengalami regangan tarik yang dihitung dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{(L-L_0)}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

ε = regangan (%)

L = panjang spesimen saat menerima beban (mm)

L_0 = panjang spesimen mula-mula (mm)

Modulus elastisitas dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \quad (3)$$

E = modulus elastisitas (MPa)

$\Delta \varepsilon$ = selisih regangan di daerah elastis

$\Delta \sigma$ = selisih tegangan tarik di daerah elastis (MPa)

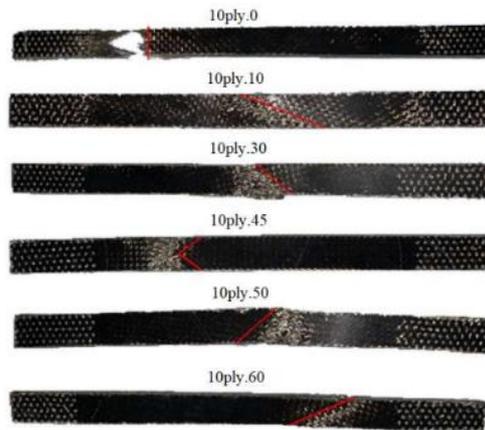
4. Hasil dan Pembahasan

Dibawah ini adalah spesimen uji tarik komposit poliester diperkuat serat basal

sebelum dan sesudah spesimen diuji. Berikut ditampilkan pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Spesimen sebelum (atas) dan sesudah (bawah) diuji



Gambar 4. Patahan spesimen pada setiap sudut potong

Tabel 1. Data ukuran spesimen dan hasil uji tarik komposit poliester diperkuat serat basal serta sudut potongannya

10PLY							
Sudut Potong	p (mm)	l (mm)	t (mm)	σ (MPa)	ϵ (%)	E(GPa)	
0°	1	150	2,48	10,28	181,188	4,134	4,467
	2	150	2,6	10,4	185,062	4,254	4,471
	3	150	2,46	10	170,342	3,656	4,790
	4	150	2,48	10,05	187,094	4,174	4,481
	Rata-rata	150	2,51	10,18	180,922	4,055	4,552
10°	1	150	2,26	11,58	168,613	3,948	4,444
	2	150	2,24	10,2	166,817	3,723	4,586
	3	150	2,4	10,8	160,156	3,537	4,620
	4	150	2,4	11	161,337	3,789	4,432
	Rata-rata	150	2,33	10,9	164,231	3,749	4,520
30°	1	150	2,44	10	145,982	3,723	4,113
	2	150	2,5	10,2	145,295	3,669	4,152
	3	150	2,5	9,4	143,982	3,643	4,006
	4	150	2,5	10,4	145,521	3,683	4,115
	Rata-rata	150	2,49	10	145,195	3,680	4,096
45°	1	150	2,5	10,9	126,367	3,364	3,895
	2	150	2,5	10,8	125,963	3,417	3,919
	3	150	2,5	11	126,275	3,364	3,905
	4	150	2,6	10,6	127,517	3,523	3,839
	Rata-rata	150	2,53	10,83	126,531	3,417	3,890
50°	1	150	2,6	10,5	131,681	3,497	3,923
	2	150	2,56	10,5	133,020	3,749	3,826
	3	150	2,6	10,3	132,589	3,576	3,873
	4	150	2,58	10,4	131,735	3,962	3,680
	Rata-rata	150	2,59	10,43	132,256	3,696	3,825
60°	1	150	2,4	9,4	135,903	3,391	4,163
	2	150	2,4	9,2	139,289	3,112	4,532
	3	150	2,48	10,2	142,433	3,364	4,309
	4	150	2,4	10	140,164	3,231	4,457
	Rata-rata	150	2,42	9,7	139,447	3,275	4,365
acak	1. 20°	150	2,6	10,6	151,178	3,736	4,177
	2. 40°	150	2,6	10	134,973	3,231	4,24
	3. 70°	150	2,64	10,7	131,890	2,992	4,292
	Rata-rata	150	2,61	10,43	134,221	3,454	4,231

$$P = 4619,278 N$$

$$A_o = l \times t = 10,28mm \times 2,48mm = 25,49 mm^2$$

$$\Delta L = 6,201 mm$$

$$L_o = 150 mm$$

$$\sigma = \frac{P}{A_o} = \frac{4619,278N}{25,49mm^2}$$

$$= 181,188 MPa$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{6,201mm}{150mm}$$

$$= 0,04134$$

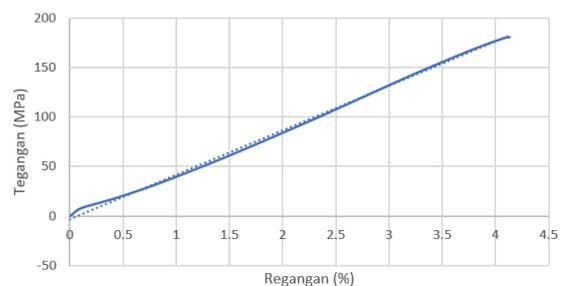
$$= 4,134\%$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{181,188MPa}{0,04134}$$

$$= 4382,873 MPa$$

$$= 4,467 GPa$$

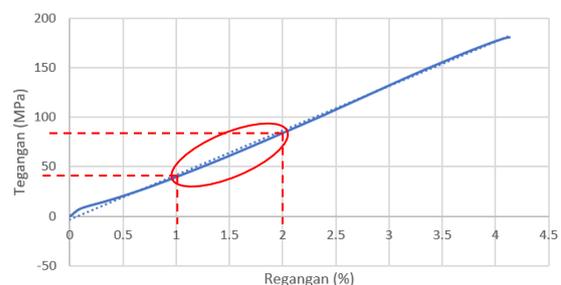
Tegangan dan Regangan Spesimen 10ply.1_0



Gambar 5. Grafik tegangan dan regangan spesimen 10 lapis uji coba 1 dengan sudut potong 0°

Untuk menghitung modulus elastisitas yang tepat dengan melihat grafik stress and strain daripada spesimen yang akan di hitung. Selanjutnya perhatikan bagian garis yang lurus tanpa lengkungan, dapat dilihat pada gambar:

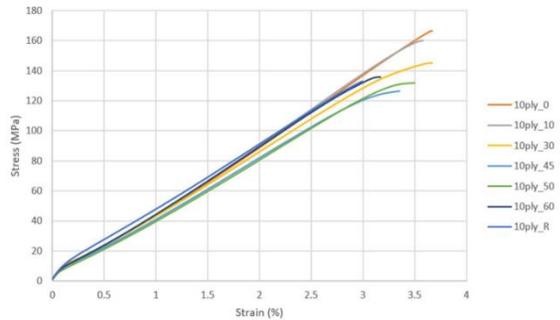
Tegangan dan Regangan Spesimen 10ply.1_0



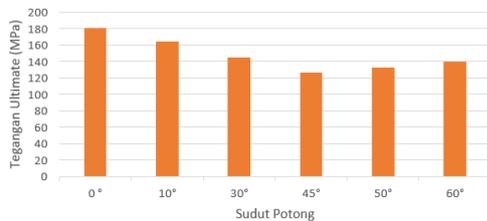
Gambar 6. Garis lurus pada grafik dilingkari warna merah

Lalu tarik garis lurus sejajar kearah Stress (MPa) atau Strain (%) mana yang lebih dekat. Hal selanjutnya lihat pada data grafik dan hitung Modulus elastisitasnya

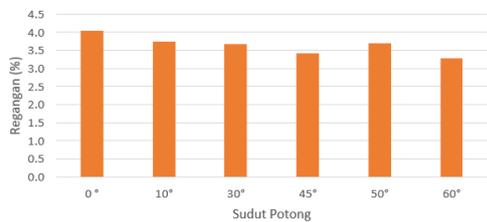
Berdasarkan hasil data pada Tabel 1, terdapat grafik hubungan antara tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas dengan variasi orientasi sudut potong serat serta sudut potong spesimen sebagai berikut:



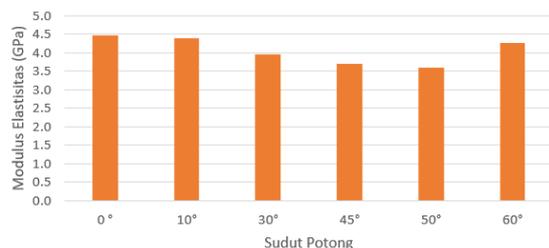
Gambar 6. Grafik tegangan dan regangan spesimen 10 lapis berdasarkan sudut potongnya



Gambar 7. Grafik tegangan maksimum terhadap sudut potong spesimen



Gambar 8. Grafik regangan terhadap sudut potong spesimen



Gambar 9. Grafik modulus elastisitas terhadap sudut potong spesimen

Berdasarkan Tabel 1 dan gambar 7 menunjukkan kekuatan tarik menurun seiring bertambah besar sudut potong spesimen atau sudut potong spesimen menjauhi sudut potong 0°. Hal ini dikarenakan sudut potong 0° memiliki dua serat kontinu, yaitu serat dengan potongan 0° dan 90°. Hal ini

dikarenakan tipe serat yang dipakai adalah *woven fiber*. Untuk lebih detil efisiensi potongan serat akan dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sudut serat sebelum dan sesudah dipotong

10 plies:	0°	10°	30°	45°	50°	60°
90	0	10	30	45	50	60
10	10	20	40	55	60	70
40	40	50	70	85	0	10
50	50	60	80	5	10	20
80	80	0	20	35	40	50
70	70	80	10	25	30	40
60	60	70	0	15	20	30
30	30	40	60	75	80	0
20	20	30	50	65	70	80
0	0	10	30	45	50	60

Indikasi warna yang cerah menyatakan kualitas kekuatan sudut serat yang kuat (sudut 0°), begitu juga sebaliknya. Semakin gelap warnanya maka kekuatannya pun menurun (sudut 45°). Dari data tabel diatas juga dapat dilihat bahwa sudut potong 45° memiliki susunan sudut serat yang kekuatannya rendah. Dapat dilihat, kekuatan tarik kembali meningkat setelah sudut potong 45°. Sehingga Tabel 2 dapat menjelaskan Gambar 7.

Menurut Nakazato, kekuatan tarik dari sudut potong 0° adalah yang terkuat jika dibandingkan dengan sudut potong lainnya[6]. Data dapat ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Massa jenis, fraksi volume serat dan sifat mekanik komposit Silicon Carbide (SiC) yang dibuat dengan orientasi sudut serat yang berbeda pada penelitiannya

Data	0°	30°	45°	60°
Angle (°)	0	30	45	60
Fiber volume fraction (%)	46	46	46	46
Elastic Modulus (GPa)	289	231	194	170
Ultimate tensile Strength (MPa)	210	90	66	31
Strain (%)	7,3	4,1	3,6	1,9

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan sudut potong 0° dengan rata-rata kekuatan tarik mencapai 180,922MPa. Sedangkan kekuatan tarik yang paling rendah ada pada spesimen dengan sudut potong 45° dengan kekuatan rata-rata kekuatan tariknya yang mencapai 126,531MPa.

Daftar Pustaka

- [1] T.D. Ngo., 2020, *Fiber Composites- Introduction to Composites Material*, Intech open 91285, London.

- [2] Colombo, C., 2014, *Static and Fatigue Characterization of New Basalt Fiber Reinforced Composites*. Composite Structures.
- [3] Shokrieh, M.M, Kamali, S.M. Shahri, 2014, *Residual Stress in Composite Materials*. Iran University of Science and Technology, Iran. pp 173-193.
- [4] Hyer, Michael W., 200, *Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials*. DEStech Publications, Inc. 439 North Duke Street. Lancaster, Pennsylvania 17602 U.S.A.
- [5] Shanidar, Hannan, 2014, *Inovasi Terbaru Properti Materia*, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [6] Nakazato, N. Kohyama, A. Kishimoto, H., 2016, *Evaluation of Strength Anisotropy and Fracture Behavior of Uni Direction NITE-Sic/Sic Composites with Various Fiber Orientations*, AIMS Materials Science.



Muhamad Arsyi Alfatn menempuh studi S1 di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali pada tahun 2017 dan menyelesaikan studi pada tahun 2021. Ia menyelesaikan program sarjana dengan topik penelitian: Pengaruh Orientasi Sudut Anyaman Serat Terhadap Sifat Isotropik Komposit Poliester/Basal

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa msnufaktur, komposit, dan karakteristik material.