

Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit Serat Rami-Epoxy yang Diproduksi menggunakan Metode Hand Layup, Compression Molding, dan VaRTM (Sebuah Laporan Kemajuan)

Atra Noventa^[1], Rifaida Eriningsih^[2], Hendri Syamsudin^[3]

^[1,3] Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No 10, Bandung, 40132

^[2] Balai Besar Tekstil

Jl. A. Yani No.30 Bandung, Indonesia

atranoventa@gmail.com, rifaida@yahoo.co, hendri.syamsudin@ae.itb.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi sifat mekanik melalui uji tarik spesimen-spesimen komposit berpenguat serat rami dan matriks epoxy. Spesimen dibentuk dengan menggunakan tiga metode pembuatan, yaitu Hand Lay Up, VARTM dan Compression Molding. Penelitian ini menggunakan preform *nonwoven* serat rami yang dianyam secara acak dengan mesin needle punch di laboratorium milik Balai Besar Tekstil (BBT) Bandung. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa komposit berpenguat serat rami yang dibentuk dengan menggunakan metode Compression Molding memiliki nilai kekuatan tarik maksimum yang lebih tinggi dan berat jenis yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kedua metode lainnya. Penggabungan serat rami needle punch dan matriks epoxy menghasilkan komposit yang memiliki kekuatan yang rendah. Hal ini disebabkan oleh gaya adhesi yang lemah antara serat rami yang bersifat hidrophilik dengan matriks epoxy yang bersifat hidrophobik. Selain serat rami, dilakukan juga karakterisasi menggunakan serat abaca dan nenas. Hasil yang diperoleh menunjukkan komposit serat rami memiliki kekuatan rata-rata yang paling tinggi. Penggunaan tiga metode produksi yang berbeda, tidak dapat memberikan kualitas produksi yang lebih konsisten dan juga tidak terlalu berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit *non-woven* yang di anyam secara acak dengan mesin needle punch.

Keywords: komposit, rami, epoxy, nonwoven, needle punch

Pendahuluan

Penggunaan material serat alam sebagai suatu bahan penguat dalam membentuk material komposit telah banyak dilakukan oleh para peneliti di asia. Hal ini didukung dengan banyaknya material baku serat alam seperti rami, kelapa, pisang atau bambu yang tumbuh subur dinegara-negara asia dan sekitarnya yang memiliki iklim tropis. Pada penelitian ini dilakukan penelitian terhadap komposit berpenguat serat dari tanaman rami yang merupakan tanaman yang dapat tumbuh subur di negara beriklim tropis, yang mana memiliki curah hujan cukup banyak sepanjang tahun seperti Indonesia.

Penggunaan serat rami sebagai penguat pada material komposit memiliki banyak keuntungan bila dibandingkan dengan material komposit berpenguat serat sintetik. Komposit berpenguat serat rami memiliki sifat yang lebih *biodegradable* dan tidak banyak merusak lingkungan bila dibandingkan dengan komposit berpenguat serat sintetik. Selain itu komposit berpenguat serat rami dapat memiliki massa jenis dan yang lebih rendah dan dapat dibentuk dengan biaya

yang lebih murah^[2]. Namun karena terbatasnya industri di Indonesia yang memproduksi bahan baku serat alam (bahan baku dalam bentuk *preform*) yang siap digunakan untuk membentuk material komposit, maka pada penelitian ini digunakan perform serat rami berbentuk perform nonwoven yang dianyam secara acak menggunakan mesin needle punch hasil pengembangan Rifaida Eriningsih S.Tek (Balai Besar Tekstil).

Material

I. Serat Penguat

a. Jenis serat

Serat dari tanaman rami adalah salah satu serat yang telah digunakan selama ribuan tahun oleh manusia. Hal ini diketahui dengan digunakannya serat rami untuk dibentuk menjadi kain pembungkus pada mumi. Bila tanaman rami ditanam pada daerah yang memiliki iklim yang hangat dan memiliki curah hujan yang baik, maka tanaman rami dapat dipanen antara 5 hingga 6 kali setahun dimana masa hidup dari tanaman rami itu sendiri berkisar antara 6 hingga 20 tahun. Perlu diperhatikan juga bahwa dari hasil penelitian

Formatted: Superscript

Formatted: Font: 12 pt, Superscript

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Indent: First line: 0,48 cm

Formatted: No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Black

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Black

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Indent: First line: 0,48 cm, Don't adjust space between Latin and Asian text

Formatted: No underline, Font color: Auto

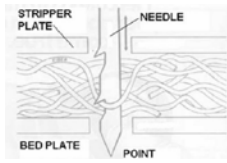
Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: No underline

Formatted



Gambar (2) Terbentuknya ikatan saat jarum masuk kedalam kumpulan serat^[10]



Gambar 3. Mesin Needle Punch yang digunakan di Balai Besar Tekstil^[10]



Gambar (4) Preform nonwoven needle punch serat rami (kiri), Preform nonwoven needle punch serat nanas (kanan)

Parameter yang mempengaruhi hasil dari proses needle punch^[5]:

- 1) Jumlah jarum yang digunakan.
- 2) Kumpulan serat yang digunakan.
- 3) Frekuensi dari pergerakan keluar masuk jarum pada kumpulan serat.
- 4) Ketebalan efektif dari needle board.
- 5) Jumlah proses needle punch yang dilakukan.

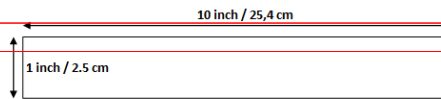
II. Matriks

Pada penelitian ini digunakan jenis matriks epoxy dengan merk dagang lycal 1011. Epoxy atau yang dikenal juga dengan nama *polyepoxide* adalah polimer termoset yang terbentuk dari reaksi antara *epoxide* sebagai resin dan *polyamide* sebagai hardener.

Komposit Serat Rami

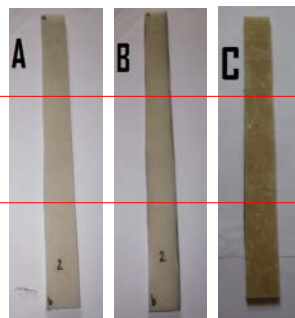
Sebelum melalui proses needle punch, serat rami yang digunakan terlebih dahulu dilakukan proses degumming untuk menghilangkan lignin dipermukaan serat dan bleaching yang membuat serat-serat tersebut menjadi lebih halus dan berwarna putih. Proses ini dilakukan agar ikatan mekanik antara epoxy dan serat menjadi lebih baik. Selain itu, diharapkan *perform* yang diperoleh dengan proses needle punch memiliki ketebalan yang lebih merata.

Dengan menggunakan *preform nonwoven needle punch* serat rami, maka selanjutnya dibentuk spesimen komposit berpenguat serat rami dengan menggunakan 3 metode pembuatan. Metode pembuatan yang pertama adalah metode Hand Lay Up, yang kedua adalah metode VARTM dan yang ketiga adalah Compression Molding. Hand Lay Up dan VARTM dilakukan di laboratorium komposit FTMD ITB sedangkan metode Compression Molding dilakukan di laboratorium milik Balai Besar Tekstil. Spesimen dibentuk sedemikian rupa sehingga sesuai dengan standar ASTM D 3039^[6].



Gambar (5) Model spesimen mengacu ASTM D 3039^[6]

Pada gambar (6) ditunjukkan spesimen yang dibentuk dengan menggunakan metode Hand Lay Up, VARTM dan Compression Molding, dimana pada setiap spesimen digunakan 3 layer (tumpukan lapisan) *preform needle punch* serat rami.



Gambar (6) Spesimen Hand Lay Up (A), Spesimen VARTM (B), Spesimen Compression Molding (C)

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian uji tarik dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM D 3039^[6] dengan menggunakan mesin uji tarik di Laboratorium FTMD ITB. Hasil yang didapatkan dari pengujian Uji Tarik diperlihatkan pada tabel (3).

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Asian) Calibri, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Asian) Calibri, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Asian) Calibri, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Asian) Calibri, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: (Asian) Calibri, No underline, Font color: Black

Formatted: Font: (Asian) Calibri, 11 pt, Italic, No underline, Font color: Auto, Complex Script Font: 11 pt

Formatted: Font: 10 pt, Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Italic, No underline, Font color: Auto



Gambar (8) Proses uji tarik sedang dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik di Laboratorium FTMB ITB

Analisis

Dari data hasil pengujian tarik yang dilakukan maka dapat dihitung besar tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh setiap spesimen uji hingga spesimen tersebut patah. Pada tabel (4) berikut, diperlihatkan nilai tegangan maksimum yang dialami oleh setiap spesimen.

Tabel 3. Hasil pengujian Uji Tarik

Tabel 4. Nilai tegangan maksimum pada setiap spesimen

Spesimen Uji		Ketebalan rata-rata (mm)	Panjang (mm)	Volume Komposit (mm ³)	Gaya maksimum yang dapat ditahan (N)		
RAMI	Hand lay up	1	5.45	250	30818	4650	
		2	5.53	250	31239	4450	
		3	5.47	250	36828	5050	
		4	5.60	250	33952	5300	
		5	5.46	250	33459	5150	
	Rata-rata		5.50		33259	5120	
	3 lapis needle punch	VARTM	1	3.68	250	22114	3350
			2	3.69	250	22755	3300
			3	3.73	250	22928	3800
			4	3.88	250	22606	3250
			5	3.86	250	22255	3450
	Rata-rata		3.77		22531	3430	
	Compression Molding	Compression Molding	1	3.29	250	13932	2850
			2	2.88	250	12461	3150
			3	3.33	250	14488	3206
4			3.79	250	16104	3400	
5			3.86	250	16496	3950	
Rata-rata		3.43		14696	3311		

Spesimen Uji		Fraksi Volume (%)		Kekuatan tarik (Mpa)		
		Serat	Resin			
Hand lay up	Hand lay up	1	30.06	69.94	37.32	
		2	31.48	68.52	35.06	
		3	27.59	72.41	40.52	
		4	32.14	67.86	38.05	
		5	32.88	67.12	38.92	
	Rata-rata		30.83	69.17	37.97	
	3 layer needle punch	VARTM	1	35.75	64.25	37.97
			2	36.90	63.10	35.53
			3	31.29	68.71	41.72
			4	34.56	65.44	35.31
5			33.93	66.07	37.78	
Rata-rata		34.49	65.51	37.66		
Compression Molding	Compression Molding	1	45.57	54.43	34.17	
		2	38.58	61.42	42.84	
		3	46.91	53.09	37.67	
		4	48.66	51.34	35.69	
		5	49.87	50.13	40.58	
Rata-rata		45.92	54.08	38.19		

Tabel 5. Perbandingan kekuatan tarik serat rami dan serat lainnya

Selain pengujian tarik terhadap komposit serat rami, dilakukan juga pengujian uji tarik terhadap dua jenis komposit serat alam lainnya yaitu serat pisang abaca dan serat nanas. Kedua jenis komposit ini dibuat dengan menggunakan metode manufaktur compression molding yang terdiri dari 3 lapis preform, nonwoven needle punch. Pada gambar (7) dapat dilihat 3 jenis spesimen dengan jenis preform serat yang berbeda.



Gambar 7. Serat Rami (A), Serat Abaca (B), Serat Nanas (C)

Serat	Jumlah Lapisan Preform	Metode Manufaktur Komposit	Tegangan Maksimum (MPa)	
RAMI	3 layer needle punch	Compression Molding	1	34.17
			2	42.84
			3	37.67
			4	35.69
			5	40.58
Rata-rata			38.19	
ABACA	3 layer needle punch	Compression Molding	1	31.89
			2	31.46
			3	34.30
			4	23.79
			5	25.20
Rata-rata			29.33	
NANAS	3 layer needle punch	Compression Molding	1	16.92

- ullah Khan³, —NATURAL FIBER REINFORCED POLYMER COMPOSITES,**
 1,3Applied Chemistry Research Centre, PCSIR Labs Complex, Lahore-54600, Pakistan, and 2Institute of Chemistry, University of the Punjab, Lahore, Pakistan,2007.
- [5] **THAI TECHNICAL NONWOVEN CO, LTD.**
- [6] **ASTM, Annual Book of ASTM Standard,** West Conshohocken, 2003.
- [7] **Milin Patel and Dhruvkumar Bhramhatt, Needle Punching Technology,** Department of Textile Engineering, Faculty of Technology and Engineering, The Maharaja Sayajirao University of Baroda, Vadodara, 2010.
- [8] **Amar K. Mohanty, Manjusri Misra, Lawrence T. Drzal, Susan E. Selke, Bruce R. Harte, and Georg Hinrichsen, Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites,** 2005, CRC Press.
- [9] **Nikki Sgirciccia, M.C Hawley, Characterization of Natural Fiber Surfaces,** Department of Chemical Engineering and Materials Science, Michigan State University, east Lansing , MI, 48824, 2008.
- [10] **Rifaida Eriningsih, Sudiyanto, Pengembangan Produk Tekstil Non Woven Antibakteri Alami,** Balai Besar Tekstil, 2011.

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Font: Not Italic, No underline, Font color: Auto

Formatted: Justified

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, (Asian) MS Mincho, No underline, Font color: Auto, Complex Script Font: Times New Roman, (Asian) Japanese

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, (Asian) MS Mincho, No underline, Font color: Auto, Complex Script Font: Times New Roman, (Asian) Japanese

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, (Asian) MS Mincho, No underline, Font color: Auto, Complex Script Font: Times New Roman, (Asian) Japanese