

Pengaruh Fraksi Volume Serat Jelatang Terhadap Kekuatan Lentur dan Konduktivitas Panas pada Material Komposit Epoxy Serat Jelatang

I Ketut Jaya Lagawa, Ngakan Putu Gede Suardana, I Putu Gede Agus Suryawan
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Jimbaran Bali

Abstrak

Pada umumnya penguat yang digunakan pada material komposit merupakan bahan sintesis yang tidak ramah akan lingkungan serta susah terurai secara alami. Hal ini menyebabkan tuntutan untuk membuat suatu inovasi terbaru dengan material yang ramah lingkungan serta memiliki kualitas yang baik semakin dikembangkan. Tanaman jelatang atau (*Urtica dioica L*) merupakan tanaman yang memiliki serat pada kulit batang tumbuh di seluruh wilayah beriklim sedang. Khususnya di Bali daerah Pupuan-Tabanan tanaman jelatang banyak tumbuh dan merupakan potensi untuk menjadi bahan alternative serat alami yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit yang ramah terhadap lingkungan. Penelitian untuk mengetahui sifat dari material komposit perlu diketahui dengan baik sebab penggunaannya di berbagai bidang dan kondisi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini berfokus pada fraksi volume 10%, 15%, dan 20% serat terhadap kekuatan material komposit yang diharapkan dapat memberikan informasi pengetahuan untuk mendapatkan perbandingan antara penguat dan pengikat yang tepat sehingga didapatkan material komposit yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik. Pengujian yang dilakukan adalah Uji Kekuatan Lentur, Uji Konduktivitas Panas dan Scanning Electron Microscope (SEM). Hasil yang diperoleh adalah nilai kekuatan lentur tertinggi didapatkan pada fraksi volume serat 20% sebesar 46,693 MPa dan terendah pada fraksi volume serat 10% sebesar 44,377 MPa. Nilai ini tidak melebihi kekuatan bahan pengikatnya 0% (Resin normal) sebesar 80,823 MPa. Nilai konduktivitas panas mengalami kenaikan pada setiap penambahan fraksi volume serat, nilai tertinggi pada fraksi volume serat 20% sebesar 0,2170 kcal/ms°C dan terendah pada 10% sebesar 0,1720 kcal/ms°C.

Kata kunci: Komposit, epoxy, serat jelatang, kekuatan lentur, konduktivitas panas

Abstract

In general, the used reinforcement in composite materials are synthetic materials that are not friendly to the environment and difficult to decompose naturally. This process has led the demands to make new innovations with environmentally-friendly and good quality materials to be developed. Nettle is (*Urtica dioica L.*) a plant that have fibers in the bark and it grows in all temperate regions. In Bali, it grows especially in Pupuan-Tabanan area. This area has a lot of nettle plants and it becomes the potential to be an alternative natural fiber that can be used as a friendly composite reinforcing material to the environment. The research to determine nature of composite material needs to be known by reason of their use in different fields and conditions. This research focuses on the volume fraction of 10%, 15%, and 20% fiber on the strength of composite materials which are expected to provide knowledge to obtain a comparison between the right reinforcement and binder so that the composite materials have good physical and mechanical properties. Flexural Strength Test, Thermal Conductivity Test and Scanning Electron Microscope (SEM) were conducted. The results show that the highest flexural strength value was obtained in 20% fiber volume fraction by 46.693 MPa and the lowest was obtained in 10% fiber volume fraction by 44.377 MPa. This value does not exceed the 0% bending material (normal resin) strength of 80.823 MPa. The thermal conductivity value increases in each addition of fiber volume fraction, the highest value in 20% fiber volume fraction was 0.2170 kcal/ms°C and the lowest in 10% was 0.1720 kcal/ms°C.

Keywords: Composite, epoxy, nettle fiber, flexural strength, thermal conductivity.

1. Pendahuluan

Material komposit merupakan kombinasi gabungan dua bahan atau lebih dimana sifat mekanik bahannya tidak sama. Keunggulan material komposit yang dapat menunjang penggunaannya sebagai material alternative pengganti material konvensional seperti: bentuknya dapat didesain dengan kebutuhan, sifatnya dapat dibuat mendekati kebutuhan yang diinginkan baik dalam segi kekuatan, kekakuan, keringanan, dan ketahanan terhadap korosi sehingga umur pakainya lebih panjang dan harganya lebih ekonomis [1]. Pada umumnya penguat yang digunakan pada material komposit merupakan bahan sintesis yang tidak ramah akan lingkungan serta susah

untuk terurai secara alami. Hal ini menyebabkan tuntutan untuk membuat suatu inovasi terbaru dengan material yang ramah lingkungan serta memiliki kualitas yang baik semakin dikembangkan.

Tanaman jelatang atau yang lebih dikenal dengan sebutan *stinging nettle* (*Urtica dioica L.*) merupakan tumbuhan organik yang tumbuh di tanah subur dan dapat mencapai 1,20 meter, memiliki serat pada kulit batang dan cocok dibudidayakan di Eropa tengah, menghasilkan serat dengan kekuatan tarik dan kehalusan tinggi yang luar biasa [2]. Selain tumbuh di eropa tanaman jelatang juga tumbuh di seluruh wilayah beriklim sedang seperti Asia dan Amerika Utara [3]. Indonesia merupakan negara

*E-mail: npgsuardana@unud.ac.id

yang terletak di bagian Asia, khususnya di Bali tanaman ini juga tumbuh subur ditempat-tempat dingin. Pemanfaatan tanaman jelatang masih kurang karena secara umum hanya dianggap sebagai gulma oleh petani sebab tidak memiliki nilai ekonomis dan efek gatal yang ditimbulkan disertai penyebaran yang tergolong cepat sehingga merusak keindahan suatu tanaman menyebabkan tanaman ini sering dimusnahkan. Tanaman jelatang merupakan salah satu material alternative serat alami yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit yang ramah terhadap lingkungan.

Sifat mekanik material yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan sangat banyak diantaranya: sifat kekakuan, kekuatan impact, kekerasan, keuletan serta sifat termal suatu bahan seperti konduktivitas panas, dan masih banyak lainnya. Sifat kekuatan material komposit ditentukan dari komposisi penguat yang terdapat didalamnya, semakin banyak penguat pada material komposit maka kekuatan mekaniknya ikut meningkat pula. Peningkatan sifat kekuatan dan kekakuan dapat diperoleh dengan cara memvariasikan fraksi volume penguat dan mengontrol ikatan antara lapisan komposit. Selain kekuatan material, nilai konduktivitas panas sangat perlu diketahui. Sebab nilai konduktivitas panas merupakan suatu nilai konstanta dari suatu bahan yang menunjukkan kemampuan untuk menransfer kalor dan dapat memberikan keterangan ketahanan panas dari suatu benda. Material yang memiliki konduktivitas thermal yang rendah dapat disebut dengan isolator yang baik. [4]

2. Dasar Teori

2.1 Serat Alam

Serat alam terdapat dalam tumbuh-tumbuhan dan hewan yang digunakan sebagai penguat polimer komposit, serta merupakan bahan alternative yang bisa dimanfaatkan sebagai pengisi berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibandingkan serat sintetis.

Beberapa keuntungan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis antara lain: bahan berlimpah di alam, seratnya ringan dan ramah lingkungan, pengolahan bisa secara alami tidak menyebabkan iritasi kulit, salah satu bahan terbarukan dan mempunyai sifat kekuatan serta kekakuan yang relative tinggi dibandingkan serat sintetis [5]. Serat alam yang digunakan adalah serat tanaman jelatang (*Urtica dioica L.*) merupakan bahan alternative yang dapat digunakan sebagai penguat komposit.

2.2 Resin Epoxy

Resin epoxy termasuk ke dalam golongan *thermosetting* yang terbentuk jika dicampur dengan "hardener". Resin epoksi banyak digunakan dalam peralatan industri, terutama untuk produksi cetakan, master model, laminasi, dan alat-alat produksi lainnya. Resin epoxy juga digunakan untuk memperkuat serat (fiber reinforcement) atau sebagai bagian dari komposit. Resin epoksi memiliki nilai

spesifikasi yang dapat dilihat di Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi resin epoksi

Sifat-sifat	Satuan	Nilai Tipikal
Massa jenis	g/cm ³	1,17
Penyerapan air	%	0,2
Kekuatan tarik	Kgf/mm ²	5,95
Kekuatan tekan	Kgf/mm ²	14
Kekuatan lentur	Kgf/mm ²	12
Temperatur pencetakan	°C	90

2.3. Uji Kekuatan Lentur

Pengujian kekuatan lentur menggunakan standar ASTM D 790-3 dengan metode *3-point bending*. Dimana spesimen diletakkan pada dua tumpuan dengan jarak yang telah ditentukan, kemudian diberikan beban ditengah tumpuan tersebut dengan pembebanan konstan.

Perhitungan kekuatan lentur mengacu pada standar ASTM D 790-3 yaitu:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

Dimana:

- σ_b : Tegangan pada tengah-tengah batang (MPa)
- P : Pembebanan *bending* maksimum (N)
- L : Jarak penampang spesimen yang diujikan (mm)
- b : Lebar spesimen uji (mm)
- d : Tebal spesimen uji (mm)

Regangan *bending* adalah perubahan bagian nilai panjang sebuah elemen pada permukaan terluar dari spesimen di tengah-tengah *span* dimana tegangan maksimum terjadi. Regangan maksimum ditengah batang dihitung dengan persamaan:

$$\epsilon_b = \frac{6Dd}{L^2} \quad (2)$$

Dimana:

- ϵ_b : Regangan maksimum
- D : Defleksi maksimum di tengah-tengah bentang spesimen (mm)
- L : Jarak tumpuan (mm)
- d : Tebal batang (mm)

2.4. Uji Konduktivitas Panas

Laju perpindahan panas yang terjadi merupakan nilai dari konduktivitas panas suatu bahan. Apabila laju perpindahan panas yang mengalir memiliki hasil nilai yang tinggi, maka nilai konduktivitas panasnya ikut meningkat. Nilai konduktivitas panas yang tinggi merupakan bahan pengantar panas yang baik, sedangkan apabila nilai konduktivitas panasnya rendah atau kurang menghantarkan panas, maka bahan tersebut merupakan bahan isolator. [6]

Nilai konduktivitas panas dihitung menggunakan persamaan ASTM E 1225 yaitu:

$$Q_x = -kA \frac{dT}{dX} \quad (3)$$

Dimana:

Q_x : Laju perpindahan panas (watt)

k : Nilai konduktivitas panas komposit ($W/m \cdot ^\circ C$).

A : Luasan permukaan bahan (m^2)

dT : Perbedaan temperatur dua sisi material ($^\circ C$)

dx : Ketebalan material (m)

3. Metode Penelitian

3.1. Persiapan Serat

Proses pengambilan serat pada tumbuhan jelatang adalah sebagai berikut:

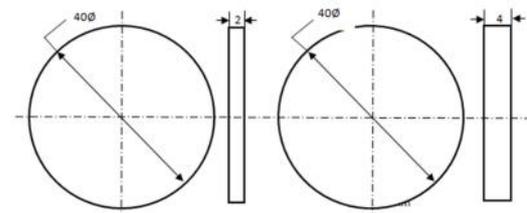
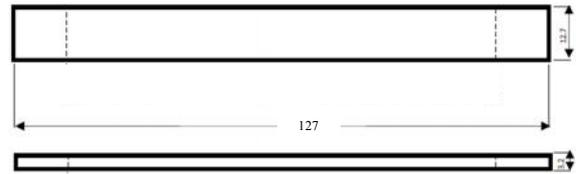
1. Batang tumbuhan jelatang dipotong dengan panjang 500 mm dan dibersihkan dari akar dan daun, kemudian dicuci dan dikeringkan selama 3 hari menggunakan sinar Matahari.
2. Setelah batang tanaman jelatang kering dilanjutkan dengan treatment perendaman serat pada air selama 4 hari pada temperature udara bebas hingga serat terlihat terpisah secara alami dengan batang, kemudian dibilas menggunakan air mengalir sampai bersih.
3. Tahap berikutnya dalam kondisi tidak begitu kering dan tidak begitu basah dilakukan proses pemilahan antara batang dan serat secara manual menggunakan tangan.
4. Serat tumbuhan jelatang yang sudah didapatkan kembali dikeringkan dengan dijemur kembali selama dua hari.
5. Setelah kering serat jelatang kembali diberi treatment menggunakan larutan Naoh 5% dengan lama perendaman 2 jam. Tujuan perendaman untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih terdapat pada serat, selanjutnya dibilas menggunakan air aquades hingga serat bersih dari kandungan NaOH dan kemudian dijemur 4 hari hingga serat kering. Serat jelatang kering yang telah diberikan perlakuan NaOH dapat dilihat pada Gambar 1.
6. Setelah kering serat jelatang di potong dengan panjang 5 mm.



Gambar 1. Serat Jelatang

3.2. Cetakkan Komposit.

Spesimen komposit dicetak menggunakan cetakkan kaca sesuai dengan ukuran spesimen kekuatan lentur ASTM D790-3 dan konduktivitas panas ASTM E 1225 seperti Gambar 2 dibawah ini:

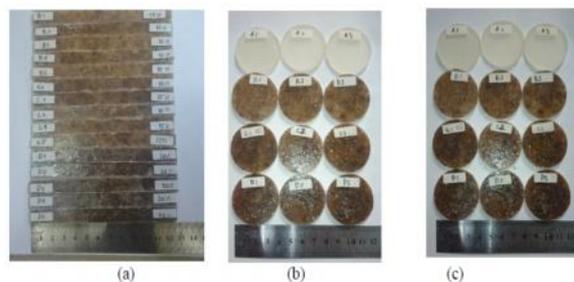


Gambar 2. Ukuran Spesimen Komposit

3.3. Proses Pencetakan Spesimen Komposit

Adapun prosedur dalam pencetakan komposit antara lain:

1. Bahan dan peralatan disiapkan.
2. Penguat dan pengikat disiapkan sesuai perhitungan yang telah ditentukan.
3. Cetakan disiapkan dan dibersihkan terlebih dahulu dengan kuas.
4. Bagian dalam cetakan komposit dioleskan gliserin secara tipis dan merata.
5. Resin dan katalis dicampur dengan perbandingan katalis 1% kedalam gelas ukur, diaduk hingga tercampur dengan baik.
6. Serat jelatang dimasukkan ke campuran resin dan katalis, diaduk hingga tercampur dengan baik.
7. Campuran serat dan resin dituang kedalam cetakkan, ratakan dan diberi tekanan menggunakan alat pengaduk sehingga penguat dan pengikat merata pada semua bagian cetakan.
8. Tutup cetakan menggunakan kaca lalu diberi tekanan, dengan maksud dapat mengurangi void atau rongga pada spesimen.
9. Spesimen komposit mengeras selama 8-12 jam.
10. Setelah kering atau mengeras, komposit dikeluarkan dari cetakan, hasil komposit diamati secara manual apakah void dan kelengkungan tidak melebihi dengan ketentuan.
11. Spesimen siap untuk diuji dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Komposit

3.4 Pengujian Kekuatan Lentur

Langkah- langkah pengujian kekuatan lentur:

1. Spesimen dan alat uji yang digunakan disiapkan. alat uji *universal testing machine* dapat dilihat pada Gambar 4.
2. Dimensi spesimen diukur.
3. Spesimen diberi tanda garis sesuai titik tumpuan dan titik tengah yang telah ditentukan.
4. Besar beban yang digunakan ditentukan terlebih dahulu.
5. Spesimen diletakkan pada meja mesin penguji kekuatan lentur sesuai panjang penampang, dan titik tengah spesimen yang sudah ditentukan.
6. Handle pada alat uji diputar hingga beban menyentuh spesimen dan indicator pada manometer menunjukkan angka nol.
7. Tentukan putaran jarum penentu waktu untuk pencatatan beban berikutnya.
8. Nilai hasil pengujian kekuatan lentur dicatat.



Gambar 4. Alat uji kekuatan lentur

3.5. Pengujian Konduktivitas Panas

Langkah-langkah pengujian konduktivitas panas:

1. Material uji disiapkan berbentuk bulat dengan diameter 40 mm, tebal 4 mm dan 2 mm serta alat yang digunakan untuk uji konduktivitas panas. Alat uji konduktivitas panas dapat dilihat pada Gambar 5.
2. Mur bagian atas tabung alat uji diregangkan sehingga silinder tembaga yang ada didalamnya menjadi renggang.
3. Dua bagian silinder tembaga diregangkan sesuai tebal spesimen. Tujuan dilakukan peregangan agar spesimen uji dapat dimasukkan diantara kedua silinder tersebut.
4. Spesimen dipasang pada alat konduktivitas termal.
5. Mur bagian atas tabung kembali dikencangkan.
6. Air dialirkan melalui selang.
7. AC Cord Kabel dengan jala-jala listrik 220V dihubungkan. Selanjutnya sistem dinyalakan dengan menekan tombol ON pada tombol power.

8. Temperatur disetting pada kondisi 110⁰C. Mengakhiri *setting* temperatur dengan soft button ENTER.
9. Temperatur pada panel diperhatikan. masing-masing temperatur pada tiap posisi termokopel dicatat dengan memindahkan (memutar) saklar “Thermo Sell R”.



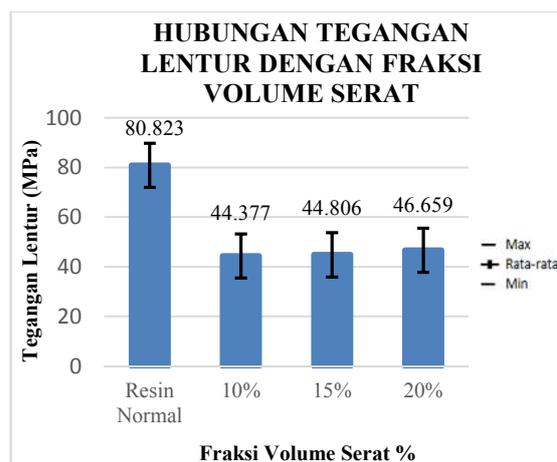
Gambar 5. Alat Konduktivitas Panas

4. Hasil Dan Pembahasan

Pengambilan data nilai hasil pengujian dilakukan setelah proses pencetakan komposit dengan komposisi penguat 10%, 15%, dan 20%, kemudian dilakukan proses pengujian kekuatan lentur, konduktivitas panas dan Scaning Electron Microscope (SEM).

4.1 Data Hasil Uji Kekuatan Lentur

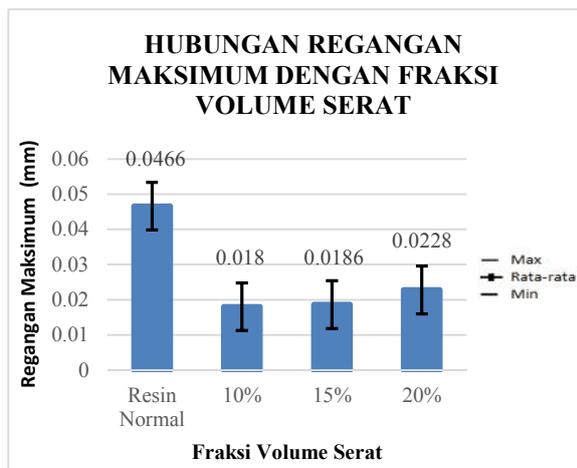
Pengujian kekuatan lentur komposit resin epoxy berpenguat serat jelatang menggunakan alat uji *universal testing machine* di laboratorium bahan teknik UGM. Data hasil pengujian kekuatan lentur dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram Tegangan Kekuatan Lentur

Nilai rata-rata kekuatan lentur dari 4 variasi komposisi penguat dan pengikat pada komposit resin epoxy berpenguat jelatang. Pada bahan resin *epoxy* tanpa material pengisi 0% diperoleh kekuatan lentur memiliki nilaisebesar 80,823 MPa, kemudian

kekuatan lentur menurun pada komposit dengan komposisi pengisi 10 % yaitu 44,377 MPa dan kembali meningkat seiring dengan penambahan komposisi pengisi 15% yaitu 44,806 MPa serta 20% yaitu 46,659 MPa. Penurunan kekuatan material tersebut dapat disebabkan ikatan serat yang tidak mampu mendistribusikan beban secara merata, akan tetapi ketika ada penambahan fraksi volume antara penguat (serat) dan pengikat (matriks) menyebabkan distribusi dan transfer beban yang dihasilkan mulai meningkat seiring dengan kemampuan serat untuk menstrasfer beban secara baik. Akan tetapi nilai peningkatan tersebut tidak melebihi dari nilai kekuatan lentur komposisi 0% (resin epoxy tanpa penguat) dikarenakan komposisi tanpa penguat mampu mendistribusikan beban secara maksimal.

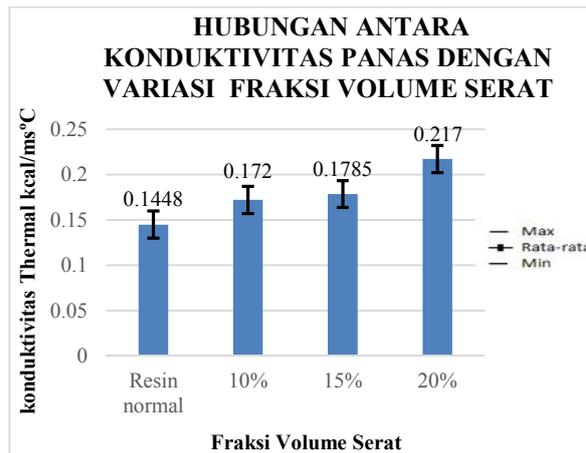


Gambar 7. Diagram Regangan Kekuatan Lentur

Data hasil rata-rata perhitungan regangan lentur didapatkan hasil tertinggi pada komposisi fraksi volume serat 0% yaitu 0,0466 mm kemudian menurun pada fraksi volume serat 10% dengan nilai yang diperoleh 0,018 mm dan kembali naik dengan adanya penambahan serat sebagai penguat. perbandingan dengan fraksi volume serat 15% sebesar 0,0186 mm dan fraksi volume serat 20% sebesar 0,0228 mm. Secara garis besar peningkatan yang terjadi tidak terlalu signifikan dan masih dibawah komposisi fraksi volume serat 0%. Berdasarkan hasil tersebut regangan tertinggi terjadi pada komposit dengan fraksi volume serat 20% dan terendah pada komposisi 10%.

4.2 Data Hasil Uji Konduktivitas Panas

Pengujian konduktivitas panas dilakukan dengan menggunakan alat Thermal conductivity measuring apparatus di laboratorium Perpindahan Kalor dan Massa Teknik Mesin Universitas Gajah Mada Yogyakarta (UGM). Pengolahan hasil pengujian didapat menggunakan prosedur penelitian yang berpedoman pada *Instruction Manual Book*. Hasil pengujian konduktivitas panas dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut:

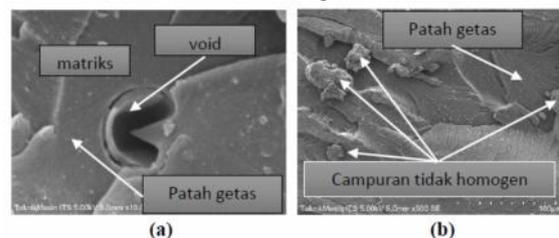


Gambar 8. Konduktivitas Panas

Berdasarkan hasil data pengujian yang didapatkan menunjukkan hasil nilai konduktivitas panas setiap variasi komposisi serat mendapatkan nilai konduktivitas panas yang berbeda. Nilai konduktivitas panas setiap variasi fraksi volume serat terus meningkat seiring dengan penambahan komposisi seratnya. Hal ini dapat dilihat pada Hubungan antara konduktivitas panas dengan variasi fraksi volume serat dimana nilai konduktivitas komposit terendah didapat pada komposisi 0% dengan nilai sebesar 0,1448 kcal/ms°C dan terus meningkat seiring pertambahan komposisi serat, dapat dilihat pada komposisi 10% yaitu 0,1720 kcal/ms°C, komposisi 15% yaitu 0,1785 kcal/ms°C dan yang tertinggi pada komposisi 20% dengan nilai konduktivitas panas yaitu 0,2170 kcal/ms°C. Berdasarkan hasil data pengujian tersebut semakin besar fraksi volume serat jelatang dapat memberikan nilai konduktivitas yang semakin meningkat pula.

4.3 Hasil Uji Scanning Electron Microscope.

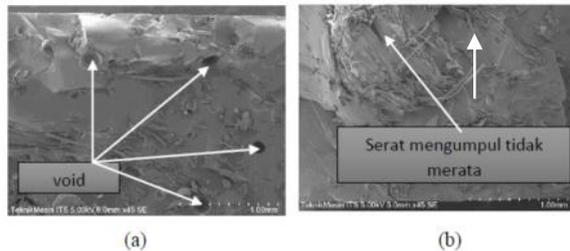
Data hasil pengamatan SEM dilakukan di Laboratorium Scanning Electron Microscope Departemen Teknik Mesin lantai 2 ruang D200 Kampus ITS Surabaya. Pengujian SEM dilaksanakan untuk menunjang dalam menganalisa kegagalan yang terjadi pada material komposit akibat pengujian kekuatan lentur dengan melakukan pengamatan secara mikro pada penampang patahan spesimen yang diujikan. Hasil foto SEM komposit dengan penguat 0%, 10%, 15%, dan 20% dapat dilihat pada Gambar 9, 10, 11 dan 12 sebagai berikut:



Gambar 9. Foto SEM penampang patahan uji kekuatan lentur komposit 0% serat

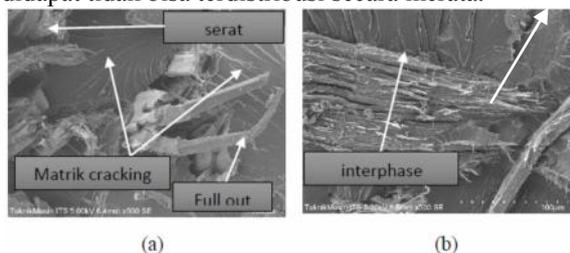
Pada hasil pengamatan SEM pada komposisi 0% (resin epoxy tanpa penguat) dapat dilihat beberapa

faktor penyebab kegagalan material antara lain adanya campuran yang kurang merata antara resin dan hardener serta porositas yang mengakibatkan material tidak bisa menerima beban secara maksimal, dikarenakan porositas tersebut dapat menjadi salah satu faktor terjadinya patahan sehingga beban yang diterima tidak dapat ditrasfer ke semua bagian.



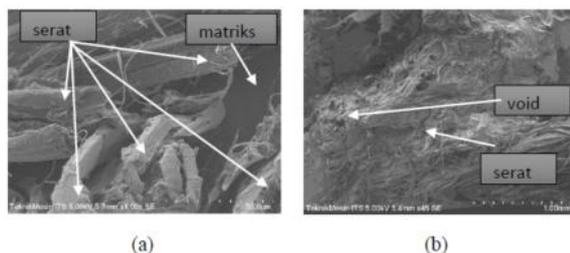
Gambar 10. Penampang patahan uji kekuatan lentur komposit 10% serat

Berdasarkan hasil pengamatan komposit dengan perbandingan 10% serat didapatkan bahwa kegagalan yang terjadi diakibatkan beberapa faktor antara lain jumlah fraksi volume penguat yang sedikit serta banyaknya porositas yang terdapat pada beberapa bagian komposit yang mengakibatkan beban yang didapat tidak bisa terdistribusi secara merata.



Gambar 11. Penampang patahan uji kekuatan lentur komposit 15% serat

Dapat dilihat jumlah serat tersebar secara merata dan terikat dengan baik akan tetapi di beberapa bagian juga terdapat serat dan matriks yang tidak terikat dengan baik, sehingga memungkinkan terjadinya pull out atau lepasnya ikatan serat dari matriksnya, sehingga dapat mempengaruhi kemampuan menahan beban dari material komposit tersebut.



Gambar 12. Penampang patahan uji kekuatan lentur komposit 20% serat

jumlah serat yang terdapat pada komposit semakin meningkat dan terikat secara baik dengan resin epoxy sehingga beban yang diterima dapat di distribusikan ke semua bagian secara merata, akan tetapi masih terdapat sedikit porositas yang dapat mengurangi kekuatan yang dapat diterima material tersebut. Hal ini dipengaruhi proses pembuatan yang

masih secara manual (hand lay up) sehingga material yang dihasilkan kurang maksimal.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis data yang telah dibahas dan dipaparkan maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

Dari uji kekuatan lentur bahan komposit resin epoxy berpenguat serat jelatang, didapatkan hasil komposisi yang baik pada material dengan perbandingan 20% serat dengan hasil nilai kekuatan lentur sebesar 46.6592 MPa serta Nilai regangan lentur sebesar 0.0228 mm dan yang terkecil pada komposisi 10% sebesar 44.3774 MPa untuk kekuatan lentur dan 0.018 mm untuk regangan yang dapat diterima. Pada pengujian konduktivitas panas dapat dilihat bahwa nilai konduktivitas dari setiap bahan mengalami kenaikan pada setiap penambahan fraksi volume serat jelatang. Nilai konduktivitas panas yang terendah didapat pada komposisi fraksi volume serat yaitu 10% sebesar 0,1720 kcal/ms°C, dan yang tertinggi pada komposisi fraksi volume serat 20% dengan nilai konduktivitas panas sebesar 0.2170 kcal/ms°C. Hal ini dikarenakan jumlah serat semakin meningkat yang mampu menghambat aliran panas yang mengalir melewati komposit resin epoksi berpenguat jelatang tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih terutama kepada Teknisi Laboratorium Bahan teknik dan Perpindahan kalor dan massa UGM, Teknisi Laboratorium SEM departemen teknik mesin ITS yang telah membantu pengujian serta pengambilan data dalam penelitian ini. Penulis juga berterimakasih kepada kedua orang tua yang telah banyak mendukung baik doa dan dukungan biaya hingga selesainya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] ASTM, D 790 – 03, 2002, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*, ASTM International, United States.
- [2] ASTM, E 1225 – 04, 1999, *Standard Test Method for Thermal Conductivity of Solids by Means of the Guarded - Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique*, ASTM International, United States.
- [3] Garnier, V., Fantozzi, G., Nguyen, D., Dubois, J. and Thollet, G., 2005, *Influence of SiC whisker Morphology and Nature of SiC / Al2O3 Interface on Thermo Mechanical Properties of SiC Reinforced Al2O3 Composites*, Journal of the European Ceramic Society.

- [4] Hegi, G., 1981, *Illustrierte Flora von Mitteleuropa.III*, part 1. 3rd ed. Paul Parey, Hamburg, Germany.
- [5] Holger Fischer, Elena Werwein and Nina Graupner, 2015, *Nettle fibre (Urtica dioica L.) reinforced poly(lactic acid): A first approach*.



I Ketut Jaya Lagawa telah menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2014 sampai 2019.

Dengan judul penelitian: “Pengaruh Fraksi Volume Serat Jelatang Terhadap Kekuatan Lentur Dan Konduktivitas Panas Pada Material Komposit Epoxy Serat Jelatang”.