

PENGARUH VARIASI ORIENTASI FIBER DARI SERAT KULIT WARU (*HIBISCUS TILIACEUS*) TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT BERMATRIK POLYESTER

Afredo Trilasetya, Sofyan Arif Setybudi, Bayu Satriya Wardhana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: afredotrila@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah menjawab kebutuhan manusia yang ingin lebih efektif dan ekonomis dalam pembuatan material komposit menjadi berkembang dan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan polyester diperkuat waru (*Hibiscus tiliaceus*) serat komposit dengan perlakuan alkali 6% dan variasi dalam orientasi serat sehingga kita dapat pemanfaatan dari suatu bahan yang lebih tepat dari sifat kekuatan tarik. material komposit ini mungkin dapat menggantikan fiberglass mahal sebagai bahan penguat dalam proses pembuatan material yang banyak dilakukan saat ini. dengan melakukan alkalisasi serat kulit waru dengan 6% larutan NaOH selama 2 jam. Dalam pembuatan benda uji terbuat dari variasi uji komposit menggunakan 20 lapisan serat dan sudut orientasi serat 0o, 90o : -45o, 45o ; 0o, 60o. Benda uji dibuat dengan metode vakum. Matriks digunakan resin polyester 157 BTQN dan jenis katalis MEKPO konsentrasi 1%. Foto fraktur spesimen diamati dengan pengamatan gambar makro. sifat mekanik yang diperoleh dari uji tarik hasil tests. menunjukkan bahwa kekuatan tarik pengaruh dengan perlakuan alkali NaOH 6%. Polyester diperkuat serat waru spesimen komposit dengan 6% NaOH selama 2 jam adalah kekuatan tarik yang terbesar pertama adalah orientasi 0o, 60o adalah 120 MPa; dan 0o, 90o ke dua adalah 96.5 MPa yang kekuatan paling kecil adalah : -45o, 45o dengan 51 MPa. Dari penelitian ini di dapatkan bahwa berdasarkan arah orientasinya semakain besar arah orientasi serat kekuatan yang di hasilkan dari bahan akan kecil sebaliknya jika arah serat se arah degan gaya yang di berikan kekuatan yang di hasilkan semakain besar.

Kata kunci: composite, serat waru, orientasi serat, dan kekuatan uji tarik.

PENDAHULUAN

Tuntutan kebutuhan bahan teknik terus meningkat baik bahan non logam maupun logam (Kompas:2016). Pengetahuan tentang ilmu material memegang peranan penting dalam dunia industri terutama industri bidang manufaktur. Perkembangan teknik material telah melahirkan suatu material baru yang tersusun dari kombinasi dua material atau lebih sebagai penyusunnya sehingga menghasilkan material dengan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan material pembentuknya, namun sifat-sifat utama material pembentuknya masih ada. Material inilah yang disebut material komposit (Jones:1999)

Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan komposit semakin berkembang dan banyak digunakan. Penerapannya tidak terbatas pada bidang otomotif, industri pesawat terbang, dan industri kapal laut saja, namun sekarang penggunaan komposit telah merambah ke bidang lainnya seperti industri alat olah raga, industri elektronik, industri peralatan rumah tangga, dan masih banyak lagi. Hal tersebut disebabkan karena perbandingan

antara kekuatan dan berat dari komposit yang menguntungkan

Serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) atau pohon waru merupakan jenis tanaman yang sangat dikenal oleh penduduk Indonesia, jenis tanaman ini biasanya dapat di temukan dengan mudah di daerah tropic terutama tumbuh berkelompok di pantai berpasir atau daerah pasang surut (Liputan antar kota:2015). Karena sering di temukan di daerah pantai maka tanaman ini juga biasanya di sebut waru laut. Waru suku kapas-kapasan atau *Malvaceae* juga dikenal sebagai waru laut walaupun tajuknya tidak terlalu rimbun namun waru disukai karena akarnya tidak dalam sehingga tidak merusak jalan. Serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) memiliki potensi yang sangat baik sebagai *reinforced* pada komposit, karena warga serat pohon waru biasanya di gunakan sebagai tali tampar untuk hewan ternak dan juga kerajinan tangan di Kota Tulungagung (Sekilas info:2015). Pada hal ini membuktikan bahwa serat pohon waru memiliki sifat mekanik kekuatan dan ketangguhan.

Melakukan penelitian yang memiliki tujuan untuk mengetahui kekuatan tarik

komposit berpenguat serat kulit kayu waru (*Hibiscus Tiliaceus*) bermatriks *polyester* dengan perlakuan alkali dan variasi orientasi arah serat. Hal ini untuk mendapatkan manfaat terhadap sifat mekanik/ *properties* serta serat kulit kayu waru (*Hibiscus Tiliaceus*) ini dapat menggantikan serat gelas (*fiberglass*) yang memiliki harga lebih mahal sebagai material penguat pada proses pembuatan lambung atau badan kapal. Metode dalam penelitian ini adalah melakukan perendaman alkalisasi serat kulit waru dengan larutan NaOH 5% dalam waktu perendaman 2 jam spesimen dalam pengujian ini menggunakan enam layer/ lapis serat dengan variasi arah orientasi sudut serat yaitu $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$; $0^{\circ} /45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$; $0^{\circ} /45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$, spesimen dibuat dengan metode *hand lay up* yang ditambahkan dengan penekanan secara manual menggunakan cetakan dan penekan, Matrik yang digunakan adalah resin *polyester* tipe 157 BTQN dan katalis MEKPO dengan konsentrasi 1%. Pengujian untuk mendapatkan sifat mekanis adalah uji tarik, uji bending dan patahan spesimen diamati dengan pengamatan foto makro. Hasil pada penelitian ini adalah perlakuan perendaman alkali NaOH 5% memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending pada komposit serat kulit pohon waru. Hasil dari uji tarik pada masing-masing variasi orientasi setiap layer $0^{\circ}/0^{\circ} /45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ} /0^{\circ}$; $0^{\circ} /45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$; $0^{\circ} /45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ} /0^{\circ}$ adalah 86,14 N/mm² ; 86,46 N/mm²; 86,78 N/mm², sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit tanpa perlakuan alkali yaitu sebesar 69,13 N/mm² dengan arah orientasi serat $0^{\circ}/0^{\circ} /45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$. Hasil uji bending tertinggi terdapat pada komposit serat kulit pohon waru dengan arah orientasi sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ} /0^{\circ}$ dengan perlakuan alkali NaOH 5% yaitu sebesar 189,78 N/mm². sedangkan kekuatan bending terendah terdapat pada arah orientasi sudut serat $0^{\circ} /45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$ tanpa perlakuan alkali yaitu sebesar 144,43 N/mm²

TINJAUAN PUSTAKA

Komposit

Material komposit atau yang biasa di sebut Komposit dapat didefinisikan sebagai dua macam atau lebih material yang di gabungkan atau di kombinasikan dalam skala makroskopis sehingga dapat menjadi material baru yang berguna. Skala makroskopis mempunyai arti sendiri adalah

komponen penyusun komposit, baik material pengikat dan pengisi, dapat diidentifikasi dengan kasat mata (Jones, 1999 :2) sedangkan penggabungan material lebih dari satu dengan menggunakan material pengisi dengan bahan alam adalah biokomposit. Keuntungan dari material komposit adalah jika dapat di disain dengan baik akan dapat menghasilkan kualitas dan akan di dapat sifat baru yang tidak dapat di miliki oleh material komposit lain.

Karena sifat-sifat inilah maka banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya,

Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya diatas maka penelitian ini menggunakan serat alam yaitu serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 3% selama 2 jam. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah komposit dibuat dengan penguat serat kulit waru, metode pembuatan spesimen menggunakan 4 layer serat kontinyu dan variasi arah orientasi sudut serat. Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan kekuatan tarik Pemilihan serat kulit dari pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebagai penguat pada komposit karena serat kulit waru memiliki struktur serat yang kontinyu dan anyaman alami yang kuat tetapi pemanfaatannya masih sangat terbatas. Oleh sebab itu dibutuhkan pemanfaatan yang lebih baik lagi terutama serat kulit waru sebagai alternatif untuk bahan dasar komposit, dan secara tidak langsung nilai tambah (*added value*) dari tanaman ini bisa ditingkatkan dan tanaman waru bisa dijadikan sebagai tanaman industri.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode penelitian eksperimental yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh pengaruh variasi orientasi serat waru terhadap kekuatan uji tarik pada proses vakum.

Proses *vacuum bag* merupakan penyempurnaan dari *hand lay-up*, penggunaan dari proses vakum ini adalah untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan kelebihan resin. Pada proses ini digunakan pompa vakum untuk menghisap udara yang ada dalam wadah/tempat dimana komposit akan dilakukan proses pencetakan. Dengan divakumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastik akan

menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalkan. Metode vakum memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan, dan kontrol yang lebih terhadap rasio resin.

Beberapa hal yang diamati dalam penelitian kali ini adalah kekuatan tarik maksimum dan foto makrostruktur.

Variabel Penelitian

Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya bergantung pada variabel bebas yang diberikan. Adapun variabel yang terikat dalam penelitian ini adalah kekuatan tarik.

Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi nilai dari variabel terikat, besarnya ditentukan oleh peneliti

- NaOH yang digunakan sebagai larutan alkali memiliki kadar kemurnian NaOH sebesar 98%.
- Waktu perendaman larutan alkali NaOH selama 120 menit
- Uji tarik menggunakan standar ASTM D638-03

Peralatan Penelitian

Secara garis besar peralatan penelitian yang harus dipersiapkan adalah, mesin uji tarik serat, pompa vakum, cetakan vakum

, beserta perlengkapannya atau aksesorisnya, mesin uji tarik, mesin foto mikro, tool komposit dll.

Bahan Penelitian

Bahan atau material yang digunakan pada penelitian ini adalah alkali, plat dan resin.

Dalam pembuatan spesimen uji

Dilakukan variasi menggunakan jumlah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil uji tarik yang dilakukan, didapatkan data hubungan

dan harganya divariasikan untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dari objek penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

Variasi orientasi ($0^{\circ},90^{\circ}$), ($45^{\circ},45^{\circ}$), ($0^{\circ},60^{\circ}$)

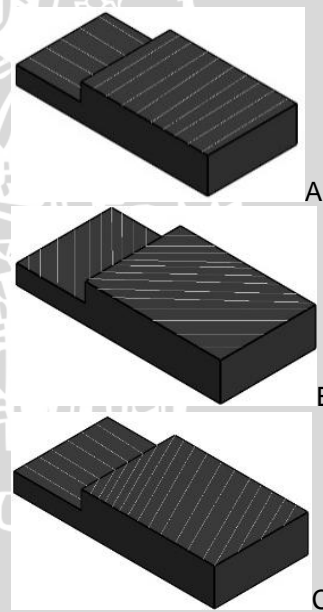
Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama penelitian, variabel yang dijaga konstan selama penelitian ini adalah Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol adalah

- Serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat kulit pohon waru laut (*hibiscus tiliaceus*)
- Material yang digunakan sebagai matrik adalah *polyester* dengan katalis 1%
- NaOH yang digunakan untuk merendam serat 6%

20 layer serat dan arah orientasi sudut

$0^{\circ},90^{\circ}$), ($45^{\circ},45^{\circ}$), ($0^{\circ},60^{\circ}$)



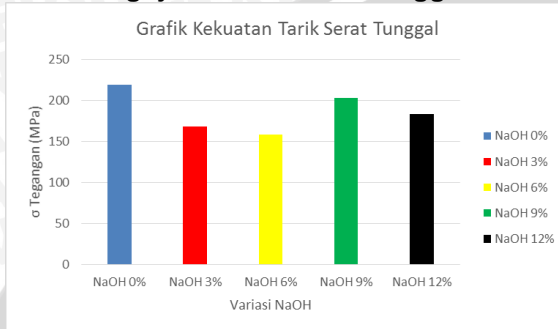
Gambar 1 variasi orientasi serat

antara variasi orientasi serat waru dengan kekuatan tarik yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 variasi orientasi serat waru terhadap hasil uji tarik komposit ber matrik polyester.

	Orientasi (0)	Kekuatan Tarik (MPa)
1	(0,90)	96.5
2	(0,60)	120
3	(45,-45)	51

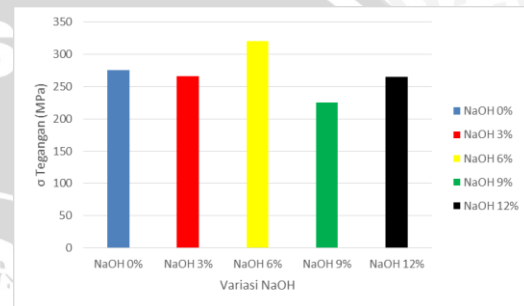
Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal



Gambar 2 Diagram Kekuatan Tarik Serat Tunggal

Dapat dilihat dari Gambar 4.2 bahwa urutan kekuatan serat tunggal di urutkan dari yang paling tinggi ke rendah adalah tanpa NaOH yaitu 219.4 MPa, NaOH 9% yaitu 201.5 MPa, NaOH 12% yaitu 183 MPa, NaOH 3% yaitu 168.4 MPa dan NaOH 6% 158.5 MPa. Perbedaan kekuatan ini disebabkan karena lignin dan selulosa pada serat waru memiliki peranan sebagai matrik alami yang dapat memperkuat ikatan, dapat dilihat pada variasi tanpa perlakuan bahwa memiliki nilai yang paling tinggi. Perlakuan NaOH di maksudkan agar lignin dan selulosa terlepas dan nantinya dapat dimasuki oleh matrik

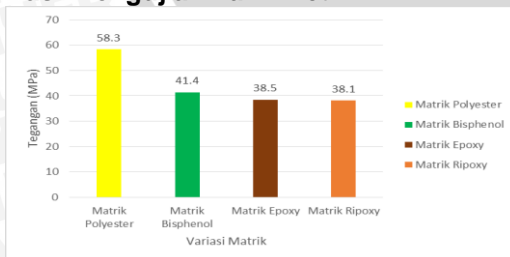
Hasil Pengujian Tarik Komposit Polyester



Gambar 4 Diagram Kekuatan Tarik Resin Serat Dan Komposit

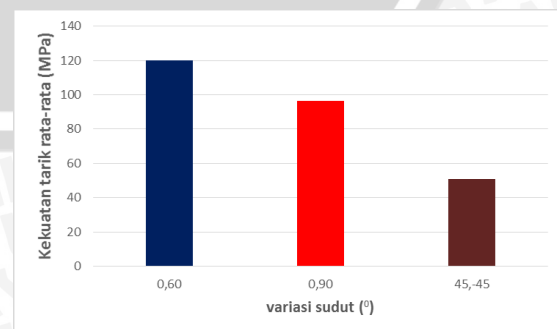
Pada gambar menunjukkan perbandingan kekuatan tarik antara Serat waru bermatrik *Polyester* dengan Variasi NaOH, Pada Variasi 6% setelah di proses menjadi komposit memiliki kekuatan yang paling tinggi yaitu 321 MPa, dikarenakan perlakuan NaOH 6% saat sudah di proses menjadi komposit memiliki kekuatan paling tinggi maka di ambil sebagai variabel yang akan diuji, karena perlakuan NaOH 6% dilihat memiliki potensi menjadi komposit, maka dapat dikatakan selulosa dan lignin terlepas lebih banyak pada variasi NaOH 6% sehingga membuat matrik nantinya dapat menempati ruang lebih banyak.

Hasil Pengujian Tarik Metrik



Gambar 3 Diagram Kekuatan Tarik Metrik Tanpa Serat

Analisis Hubungan Antara Orientasi Serat Dengan Kekuatan Tarik



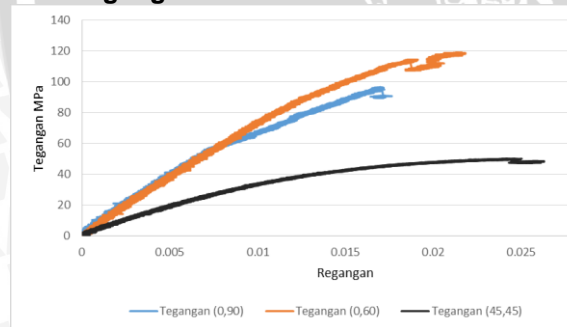
Gambar 5 Analisis Hubungan Antara Orientasi Serat Dengan Kekuatan Tarik



Dapat dilihat dari gambar 4.5 kekuatan tarik maksimal terdapat pada serat orientasi (0,60) memiliki kekuatan tarik sebesar 120 MPa, orientasi (0,90) memiliki kekuatan tarik sebesar 96.5 MPa dan (45,45) sebesar 51 MPa. Dari perbandingan kekuatan tarik dengan variasi orientasi yang berbeda menghasilkan kekuatan tiap spesimen yang berbeda dan cukup signifikan.

Dari analisa yang dilakukan, jika dilihat dari proses Pengujian tarik hasil pengujian menyimpang dari teori yang seharusnya urutan kekuatan tarik terbesar dari orientasi (0,90) (0,60) dan (45,45). Hasil pengujian yang menyimpang dari (0,90) dan (0,60) bisa dikarenakan oleh pada saat proses alkalisasi serat yang mampu melepas lignin dan selulosa secara maksimal adalah (0,60) sehingga menyebabkan kekuatan antara resin dan serat menjadi kuat. Penyebab serat dengan variasi (0,90) dan (0,60) memiliki arah gaya yang tegak lurus terhadap gaya tarik. Sedangkan untuk arah orientasi (45,45) arah tegangan tarik membentuk sudut sehingga tegangan tidak maksimal.

Analisis Hubungan Hubungan Tegangan Dan Regangan Variasi Orientasi



Gambar 6 Diagram Tegangan-Regangan Komposit Serat Waru Dengan Variasi Sudut

Hubungan tegangan - regangan pada berbagai Variasi

Grafik diatas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan tegangan regangan dari berbagai variasi orientasi serat waru diantaranya adalah (0⁰,90⁰), (45⁰,45⁰), (0⁰,60⁰). Dimana dari grafik dapat diketahui sumbu x menjelaskan regangan dan sumbu y menjelaskan tegangan.

Pada grafik hubungan antara tegangan dengan regangan rekayasa pada berbagai

variasi orientasi diperoleh urutan kekuatan tarik dari tertinggi ke rendah yaitu (0⁰,60⁰), (0⁰,90⁰), dan (45⁰,45⁰).

Variasi orientasi (0⁰,60⁰)

Kekuatan tarik variasi orientasi (0⁰,60⁰) yaitu sebesar 120 MPa dengan ukuran gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak bahan. Dengan besar persatuan panjang sebagai regangan memiliki 0.030. Tegangan yield yang di terima specimen komposit 82.5 MPa. E pada specimen (0.60) adalah 7.2 GPa.

Variasi orientasi (0⁰,90⁰)

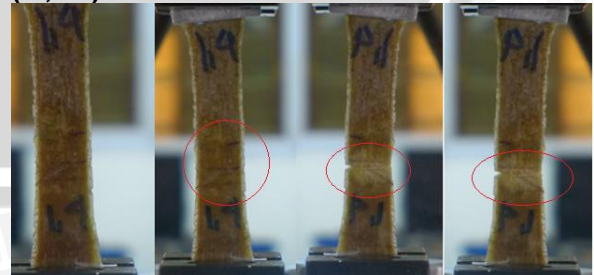
Kekuatan tarik variasi orientasi (0⁰,90⁰) yaitu sebesar 96.5 MPa dengan ukuran gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak bahan. Dengan besar persatuan panjang sebagai regangan memiliki 0.029. Tegangan yield yang di terima specimen komposit 61.5 MPa. E pada specimen (0.90) adalah 7.4 GPa.

Variasi orientasi (45⁰,45⁰)

Kekuatan tarik variasi orientasi (45⁰,45⁰) yaitu sebesar 51 MPa adalah ukuran gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak bahan. Dengan besar persatuan panjang sebagai regangan memiliki 0.038. Tegangan yield yang di terima specimen komposit 29.5 MPa. E pada specimen (45.45) adalah 3.4 GPa.

Analisa Patahan

Analisa Patahan Spesimen Uji Tarik (0⁰,90⁰)



Gambar 7 fase patahan komposit (0.90)

Pada gambar 5 poin nomor (1) adalah kondisi awal spesimen saat proses uji tarik dimulai. (2) kondisi pada spesimen mulai timbul daerah patahan yang

terbentuk akibat penyempitan luas penampang akibat dari gaya. (3) pada spesimen serat waru sudah ada *debonding* matrik dan serat tetapi masih belum sepenuhnya (4) specimen mengalami patah. Berikut adalah bukti adanya *debonding* di material.

No.	Debonding (%)	Pull out (%)
1	88	12
2	30	70
3	71	29
4	52	48
5	41	59
Σ	56,4	43,6

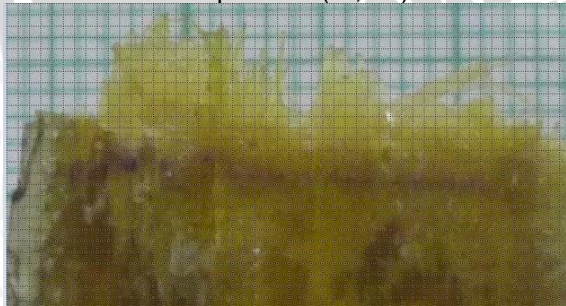


Gambar 8 Bentuk tampak atas patahan specimen Uji Tarik Orientasi (0°,90°)

Dengan melihat bentuk patahan tampak atas yang terjadi pada spesimen sudut serat (0°,90°) adanya kegagalan material. Hal ini dikarenakan ikatan antar matrik dan fiber tidak berikatan dengan sempurna sehingga terjadi *debonding* dan *pull out*. Selain itu gaya pembebanan yg diterima pada spesimen dengan sudut 0°,90° dari bentuk patahnya terlihat sesuai dengan sumbu yang di bentuk 90°

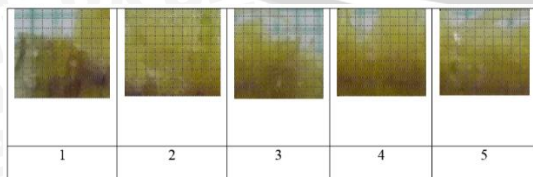
Analisa Makrostruktur

Mikrostruktur dari patahan (0°,90°)

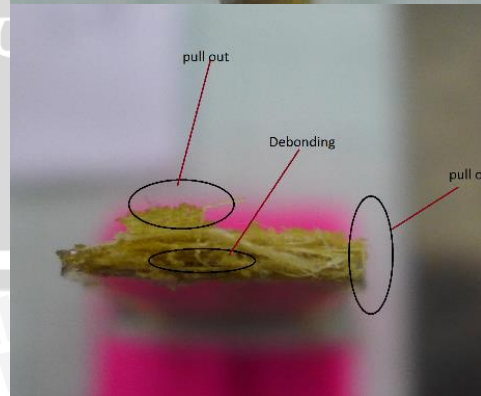
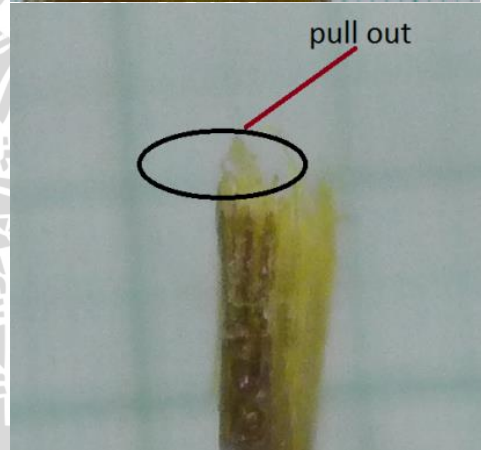
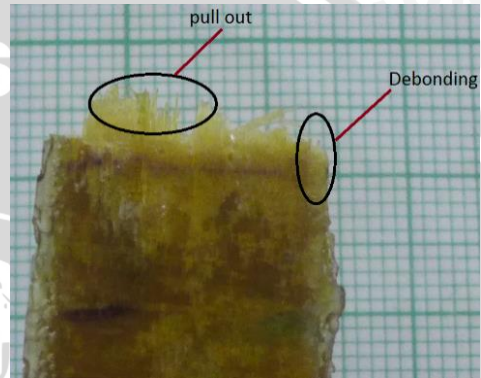


Gambar 9 Foto makro patahan (0°,90°)

Dari hasil foto mikrostruktur tersebut diambil lima sampel untuk dihitung prosentase kegagalan komposit, dengan ukuran 1x1 cm menggunakan millimeter

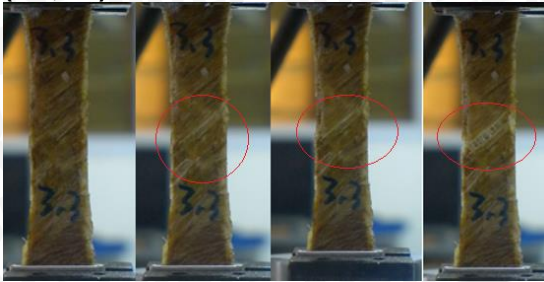


Dari lima sampel tersebut dapat diperoleh data sebagai berikut :



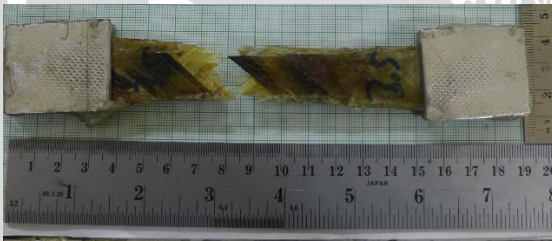
Gambar 10 Foto permukaan patah specimen(0°,90°)

Analisa Patahan Spesimen Uji Tarik ($45^0,45^0$)



Gambar 11 fase patahan komposit ($45,45$)

Pada gambar 4.11 poin nomor (1) adalah kondisi awal spesimen saat proses uji tarik dimulai. (2) kondisi pada spesimen mulai timbul daerah patahan yang terbentuk akibat penyempitan luas penampang akibat dari gaya. (3) pada spesimen serat waru sudah ada *debonding* matrik dan serat tetapi masih belum sepenuhnya (4) specimen mengalami patah. Berikut adalah bukti adanya *debonding* di material.

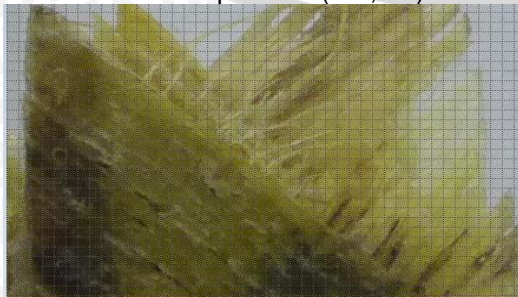


Gambar 12 Bentuk tampak atas patahan specimen Uji Tarik Orientasi ($45^0,45^0$)

Dengan melihat bentuk patahan tampak atas yang terjadi pada spesimen sudut serat ($45^0,45^0$) adanya kegagalan material. Hal ini dikarenakan ikatan antar matrik dan fiber tidak berikatan dengan sempurna sehingga terjadi *debonding* dan *pull out*. Selain itu gaya pembebanan yg diterima pada spesimen dengan sudut $45^0,45^0$ adalah yang paling kecil nilai kekuatannya dari bentuk patahnya terlihat sesuai dengan sumbu yang di bentuk 45^0 .

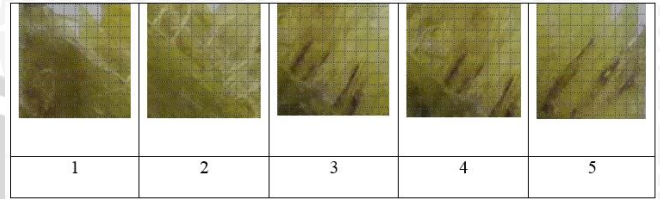
Analisa Makrostruktur

Mikrostruktur dari patahan ($45^0,45^0$)



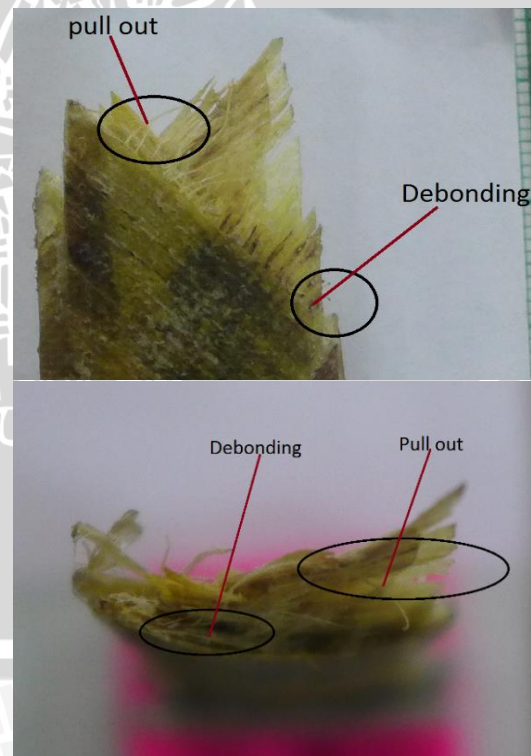
Gambar 11 Foto makro patahan ($45^0,45^0$)

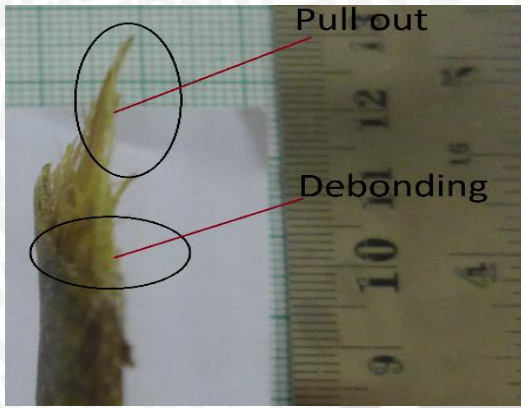
Dari hasil foto mikrostruktur tersebut diambil lima sampel untuk dihitung prosentase kegagalan komposit, dengan ukuran 1×1 cm menggunakan millimeter block.



Dari lima sampel tersebut dapat diperoleh data sebagai berikut :

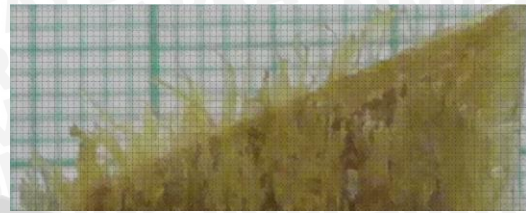
No.	Debonding (%)	Pull out (%)
1	31	69
2	43	57
3	5	95
4	4	96
5	0	100
Σ	16.6	83.4





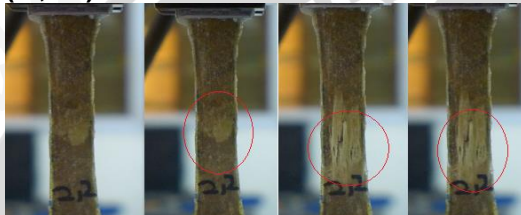
Gambar 13 Foto permukaan patah spesimen(45°,45°)

sudut serat (0°,60°) paling tinggi lebih getas dibandingkan specimen orientasi lain.



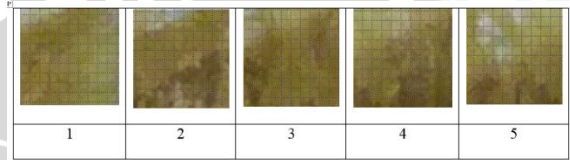
Dari hasil foto mikrostruktur tersebut diambil lima sampel untuk dihitung prosentase kegagalan komposit, dengan ukuran 1x1 cm menggunakan millimeter blok.

Analisa Patahan Spesimen Uji Tarik (0°,60°)



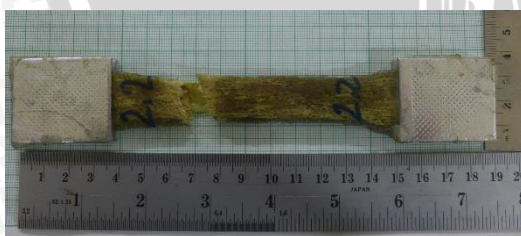
Gambar 14 fase patahan komposit (0.60)

Pada gambar 4.15 poin nomor (1) adalah kondisi awal spesimen saat proses uji tarik dimulai. (2) kondisi pada spesimen mulai timbul daerah patahan yang terbentuk akibat penyempitan luas penampang akibat dari gaya. (3) pada spesimen serat waru sudah ada *debonding* matrik dan serat tetapi masih belum sepenuhnya (4) spesimen mengalami patah. Berikut adalah bukti adanya *debonding* di material

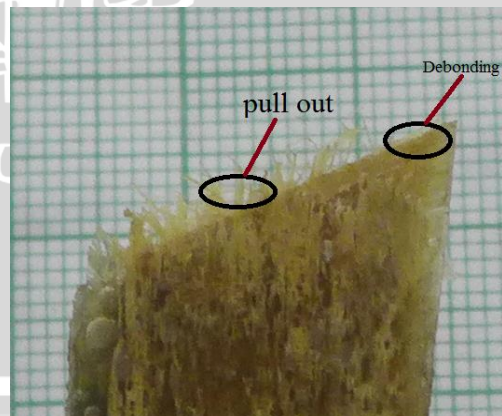


Dari lima sampel tersebut dapat diperoleh data sebagai berikut :

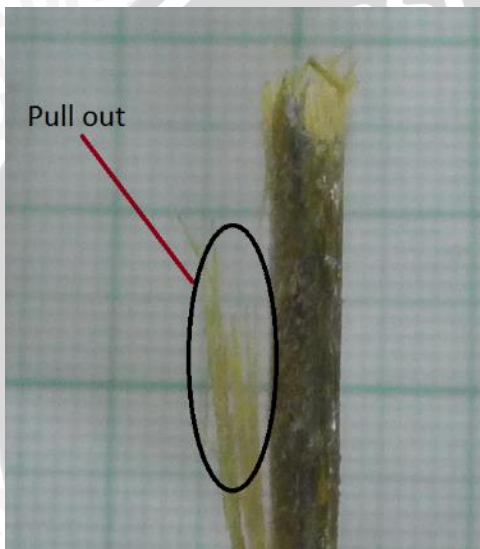
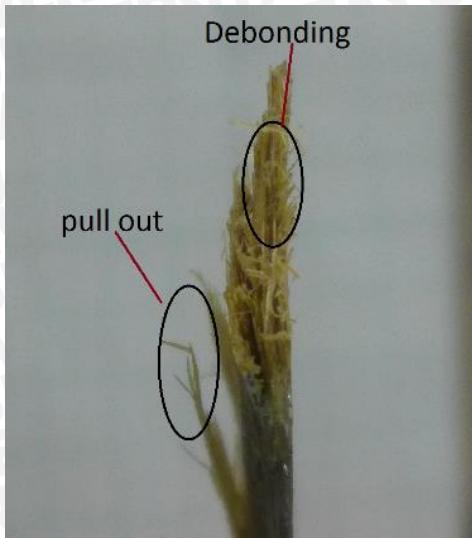
No.	Debonding (%)	Pull out (%)
1	0	100
2	50	50
3	30	70
4	4	96
5	33	67
Σ	23.4	76.6



Gambar 15 Bentuk tampak atas patahan specimen Uji Tarik Orientasi (0°,60°)

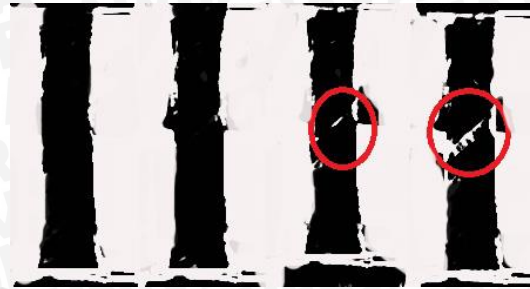


Dengan melihat bentuk patahan tampak atas yang terjadi pada spesimen sudut serat (0°,60°) adanya kegagalan material. Hal ini dikarenakan ikatan antar matrik dan fiber tidak berikatan dengan sempurna sehingga terjadi *debonding* dan *pull out*. Selain itu gaya pembebanan yg diterima pada spesimen dengan sudut 0°,60° dengan kekuatan tertinggi lebih merata dibandingkan dengan spesimen sudut serat yang lain. sehingga spesimen



Gambar 16 Foto permukaan patah spesimen($0^{\circ},60^{\circ}$)

Perbandingan Patahan



Gambar 17 Mekanisme Perbandingan patahan spesimen uji tarik a.(0,60) b.(0,90) c.(45,45)

Dari perbandingan patahan pada gambar 4.19 Dapat dilihat pada variasi orientasi sudut semuanya mengalami local debonding. lokal debonding adalah jenis debonding yang terjadi pada satu area tertentu di sebabkan oleh kekuatan matrik lebih dominan dibandingkan serat akan tetapi pada sudut 45,45 dan 0,60 patahan yang terjadi membentuk sudut sesuai dengan arah orientasinya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Hasil variasi arah orientasi tidak sesuai dengan hipotesa bahwa kekuatan tarik tertinggi adalah (0,90) (0,60) dan (45,45) orientasi serat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan tarik material. Hasil pengujian kekuatan tarik maksimal terdapat pada serat dengan orientasi sudut serat (0,60) yaitu sebesar 121 MPa kemudian orientasi (0,90) mempunyai kekuatan tarik sebesar 96.5 MPa dan (45,45) sebesar 51 MPa.
2. Nilai hasil pengujian arah orientasi jika dibandingkan dengan data yang tanpa variasi arah sangat jauh perbedaannya sehingga belum bisa di katakan baik untuk specimen menggunakan arah orientasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Arifatun Anifah Setyawati,. 2009. Kimia, Mengkaji Fenomena Alam, Jakarta: Pusat Pendid
- [2.] Charles Harper., 1996, **Handbook of Plastic and Elastomers**. New York: Editor in Chief
- [3.] H.Fellipe et al, 2012, **Mechanical Behavior of Unidirectional Curaua Fiber and Glass Fiber Composites**. Macromol

- [4.] Hartomo A.J., 1992, **Memahami Polimer dan Perekat**, Yogyakarta: Andi offset
- [5.] Kirby., 1963. **Handbook Polymer and Fibre**, New York : Editor in Chief
- [6.] M.M Schwartz., 1992, **Composite Materials Handbook**, New York: Mc Graw Hill Higher Education

