

Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Chip Daun Gwang Dan Serat Pendek E-Glass

Jefri S. Bale, Yeremias M. Pell, Kristomus Boimau, Finsensius Lelu

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597

E-mail: kristomus.boimau@staf.undana.ac.id

ABSTRACT

The use of natural fiber as reinforcement for composite materials provides several advantages such as low density, biodegradable, easily recycled, inexpensive, good mechanical properties, and renewable because it comes from nature. One of the natural fibers that can be used as reinforcement for polymer composites is gewang leaves. This study aims to analyze the tensile strength of a hybrid composite with gewang leaf chip and E-glass short fiber reinforcement. The tensile strength of 61.25 Mpa and the stiffness modulus of 90.83 MPa produced by the E-glass fiber composite which is higher compared to the gewang leaf chip composite and the hybrid composite. The results showed that gewang leaf chip composite and the hybrid (gewang leaf chip + e-glass short fiber) can only be used for accessories applications such as car dashboards in the transportation industry that mechanical strength is not the prime factor.

Keywords: Gwang, E-Glass, Hybrid Composite, Short Fiber, Chip

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dewasa ini cukup pesat, baik dibidang material logam maupun bukan logam. Selama ini keberadaan material logam mendominasi dalam bidang industri. Namun masih belum terpenuhi material yang mempunyai sifat tertentu dalam aplikasi diindustri maka dikembangkan material bukan logam khususnya dengan penguat alam yang bersifat lebih ringan, mudah dibentuk, tahan korosi, harga murah dan memiliki kekuatan yang berpotensi bisa bersaing dengan material logam. Saat ini komposit serat menjadi tren dalam bidang industri mekanik oleh sebab kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih baik dari bahan teknik yang lain pada umumnya.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Jefri Bale, 2017[1] dimana dalam penelitiannya diperoleh hasil bahwa panjang penguat komposit tipe discontinuous daun gewang yang digunakan (50 mm) memberikan kekuatan bending yang lebih besar dari pada penguat komposit tipe *discontinuous* yang lebih pendek (13 mm dan 25 mm), dimana menghasilkan beban bending tertinggi sebesar 91,864 MPa

dan modulus elastisitas tertinggi sebesar 220 MPa. Hal ini disebabkan karena efek jembatan atau *bridging effect* dari panjang penguat memberikan sifat penguatan terhadap spesimen komposit yang lebih baik sehingga material komposit yang diperkuat daun gewang dengan panjang terbesar mampu menahan beban yang lebih besar serta menghasilkan ikatan *interfacial* yang lebih baik.

Boimau, 2014[2] meneliti tentang pengaruh perendaman terhadap sifat mekanik komposit *polyester* berpenguat serat *glass* memperoleh hasil bahwa kadar air komposit cenderung meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman, namun naiknya kadar air hanya 0,0145 % untuk spesimen uji bending dan 0,0166 % untuk spesimen uji tarik. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa spesimen yang direndam dalam air selama 30 hari memiliki kekuatan tarik terendah yakni sebesar 84,47 MPa, sedangkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 176,80 MPa yang diperoleh pada spesimen uji tanpa perlakuan perendaman.

Lathifa R. Isna, dkk, 2018[3], yang meneliti tentang nilai kekuatan tarik komposit serat *e-glass* $\pm 45^\circ$ dengan matriks *polyester* untuk struktur LSU memperoleh hasil nilai *ultimate*

tensile strength yaitu 104.72 ± 12.28 MPa, rata-rata modulus elastisitas 9587.3 ± 1714.79 MPa, dan nilai *Poisson Ratio* 0.80 ± 0.16 . Kekuatan tarik pada serat *e-glass* $\pm 45^\circ$ lebih rendah karena arah seratnya tidak searah dengan arah tarik saat uji, sedangkan WR 185 memiliki arah serat searah dengan arah tarik saat uji. Untuk elastisitasnya lebih tinggi karena arah serat $\pm 45^\circ$ menyebabkan pergeseran serat sebelum benar-benar patah sedangkan serat WR185 tidak mengalami pergeseran saat di tarik. Komposit *hybrid* merupakan komposit gabungan antara serat sintetik dan serat alam. Penelitian sebelumnya tentang komposit *hybrid* yang menggabungkan serat sintetik dan serat alam dilakukan oleh Sitorus, 1996[4].

Dari penelitian tersebut diperoleh beberapa sifat mekanik dari komposit *hybrid* serat ijuk dan serat *glass* dengan resin *polyester* yaitu kekuatan tarik tegangan maksimum rata-rata untuk mode ijuk-*glass*-ijuk sebesar 56,04 MPa. Pada pengujian kekuatan lentur, kekuatan lentur maksimum rata-rata sebesar 180,7 MPa. Pada pengujian impak, kekuatan impak rata-rata sebesar 46,18 kJ/m². Penelitian mengenai kajian terhadap tipe penguat *discontinuos fiber* pada material komposit dan pengaruhnya terhadap kekuatan mekanis dan sifat kerusakan telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu diantaranya, Harper, 2006[5], melakukan penelitian mengenai *discontinuous* serat karbon untuk aplikasi otomotif. Tipe penguat ini mempunyai keuntungan dari segi volume produksi dibanding tipe penguat lainnya dengan penggunaan parameter fraksi volume penguat lebih dari 35 %. Salah satu kesimpulan dari hasil penelitiannya adalah material komposit dengan tipe penguat *discontinuous* serat karbon mempunyai berat 15 % lebih ringan dibandingkan material aluminium serta memiliki *dent resistance* yang sangat baik.

Qian, dkk, 2011[6] dalam penelitiannya tentang perilaku *notched* dari *discontinuous* serat karbon menunjukkan bahwa UTS (*Ultimate Tensile Strength*) dari tipe komposit ini dapat dipengaruhi oleh dimensi (lebar) spesimen namun tidak dapat dijadikan patokan karena besarnya *level of scatter* (14%) antar data experimental. Salah satu serat alam yang dapat

dimanfaatkan sebagai penguat komposit polimer adalah serat daun gwang (*Corypha gebanga*). Serat daun gwang berasal dari pohon gwang (*Corypha gebanga*) yang banyak tumbuh dan berkembang dengan baik di Nusa Tenggara Timur (NTT) dan beberapa daerah lainnya di tanah air. Penelitian terdahulu tentang pemanfaatan daun gwang sebagai penguat material komposit telah dilakukan oleh Rohldus, 2015[7].

Komposit *glass-epoxy* dan *glass-polyester* diaplikasi juga pada lambung kapal dan bagian-bagian pesawat terbang. Tujuan dibuatnya komposit yaitu memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu, mempermudah desain yang sulit pada manufaktur, keleluasaan dalam bentuk atau desain yang dapat menghemat biaya produksi, dan menjadikan bahan lebih ringan. Komposit yang diproduksi oleh suatu instansi atau pabrik biasanya dapat diprediksi sifat mekanik dari bahan komposit berdasarkan bahan matrik dan bahan penguatnya.[8]. Serat atau *fiber* memiliki peran penting dalam pembuatan komposit yaitu sebagai bagian yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin bahan (diameter serat mendekati ukuran Kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimya cacat pada material.[9] Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (bahan pengikat) dan *filler* (bahan pengisi). *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Gibson mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit[10].

Penjelasan lain tentang komposit juga diutarakan Van Rijswijk dalam bukunya *Natural Fibre Composites*, komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik[11]. Komposit merupakan gabungan material multifasa yang memiliki *interface* makroskopis yang dapat dibedakan secara makro dan memiliki sifat-sifat

yang merupakan penggabungan sifat positif material penyusunnya. Komposit berdasarkan jenis penguatnya dibagi menjadi 3 macam yaitu komposit partikulat, komposit *fiber* dan komposit struktural. Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit [12].

Boimau meneliti tentang pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit *hybrid* berpenguat serat lontar dan serat *glass*. Hasil pengujian komposit dengan fraksi volume serat (V_f) 30% memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan fraksi volume serat (V_f) 20% dan 40%. Penambahan serat *glass* pada komposit serat lontar (*hybrid*) dapat mengurangi kelemahan serat lontar sehingga kekuatannya meningkat dari 14,23 MPa mejadi 60,8 MPa atau naik 327,27 %. Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya. Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matrik akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang yang rendah agar masalah dispersi dapat dikurangi dan untuk menghemat jumlah serat penguat. Serat yang sangat kuat akan memaksimalkan pembagi dan tentunya sangat membantu. Jadi suatu matrik dengan kecenderungan pengerasan regangan kuat memerlukan fraksi volume serat yang relatif banyak[13].

Hybrid Fiber Composite memiliki beberapa keunggulan yaitu kekuatan dan kekakuan yang seimbang, kelenturan yang merata, stabilitas distorsi termal, ketahanan terhadap kelelahan yang lebih tinggi, dan lebih tangguh terhadap patah dan retak. (Chamis, C. C., Lark, R. F.,

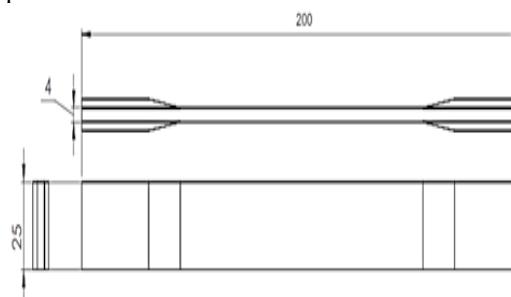
“*Hybrid composite – State-of-the-art review: Analysis Design, Aplication and Fabrication*”, NASA Technical Memorandum, NASA, TM X-73545.)[14].

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah dapat mengetahui sifat mekanis dari komposit *hybrid* berpenguat *chip* daun gewang dan serat pendek *e-glass* melalui pembebanan tarik.

METODE PENELITIAN

Spesimen Uji Tarik

Pengujian kekuatan tarik komposit menggunakan fraksi volume (V_f) 30%. Standar pengujian menggunakan standar ASTM D3039 [15]. Model spesimen pengujian dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 1. Jenis spesimen Uji Tarik



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Setelah di cetak



Gambar 3. Pengujian Spesimen.

Tahap Persiapan

1. Pengolahan awal untuk mendapatkan *chip* daun gwang
2. Perlakuan awal menggunakan *alkali treatment*
3. Pengeringan daun gwang dalam suhu ruangan selama 2 hari
4. Persiapan spesimen (pemotongan daun gwang berdasarkan ukuran *chip* yang digunakan)
5. Penguat ditimbang menggunakan timbangan digital, sesuai dengan perbandingan fraksi volume penguat yaitu 30%.
6. Bagian dalam cetakan diberi isolasi dan dilapisi oleh *wax mirrorglas* agar resin *polyester* tidak melekat pada cetakan.
7. Masukkan serat daun gwang ke dalam cetakan dengan orientasi serat acak, kemudian tuangkan resin *polyester*.
8. Pembuatan komposit hybrid dengan menggunakan 2 jenis serat yaitu serat *e-glass* dan *chip* gwang kemudian campuran resin *polyester* dituangkan kedalam cetakan bersama serat *e-glass* dan *chip* daun gwang sesuai dengan perbandingan fraksi volume serat dan resin.
9. Pembuatan komposit serat *e-glass* campurkan resin *polyester* dan katalis kemudian tuangkan kedalam cetakan secara merata lembaran pertama serat *e-glass* di masukan kedalam cetakan tuangkan resin *polyester* setelah itu masukan serat *e-glass* - yang kedua tuangkan resin *polyester* kedalam cetakan dan lembaran ketiga dimasukan kedalam cetakan lalu tuangkan resin *polyester* kedalam cetakan secara merata selanjutnya spesimen dicetak dengan teknik hand lay up.
10. Ukuran cetakan di gunakan sesuai dengan ASTM D3039 yaitu dengan tebal 4mm, lebar 25mm, panjang 250mm.
11. Kemudian spesimen diberi penekanan untuk mencegah terjadinya pengelembungan udara. Spesimen lalu dibiarkan selama 1 x 24 jam, kemudian spesimen dilepaskan dari cetakan.
12. Untuk pengujian tarik, hasil spesimen tersebut kemudian dipotong sesuai standar ASTM D3039 (uji tarik).

Prosedur Pengujian Tarik

1. Tahapan pengujian adalah sebagai berikut:
2. Mengukur dimensi spesimen meliputi panjang, lebar, dan tebal.
3. Siapkan mesin uji tarik yang digunakan.
4. Masukkan dan setting spesimen uji.
5. Pasang spesimen tarik dan pastikan terjepit dengan benar.
6. Jalankan mesin uji tarik; dan catat pertambahan panjang dan pembebanan yang diberikan oleh mesin. Setelah putus, hentikan proses penarikan secepatnya.

Metode Analisis Data

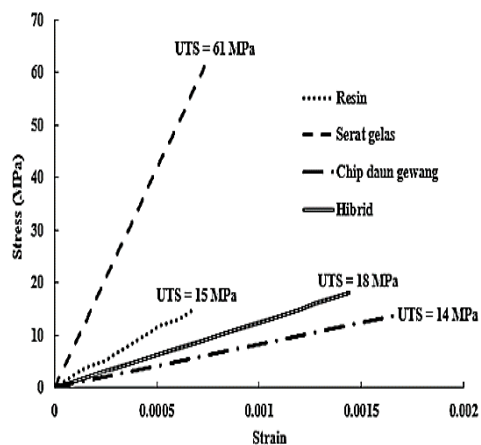
Metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan kualitatif dimana untuk metode kuantitatif adalah proses pengambilan data hasil pengujian berdasarkan spesimen yang mengalami kerusakan secara menyeluruh pada pengujian tarik spesimen yang mengalami defleksi reaksi kemudian analisis akan dilakukan untuk mengetahui kekuatan material akibat pembebanan pada spesimen. Berdasarkan data yang diperoleh maka akan dihitung tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas.

Pada metode kualitatif, studi mikroskopik dan foto makro akan dilakukan untuk setiap spesimen yang telah diuji, keseluruhan hasil akan didiskusikan atau dianalisa untuk memperoleh pemahaman dan korelasi yang baik antara sifat mekanik dan sifat kerusakan komposit.

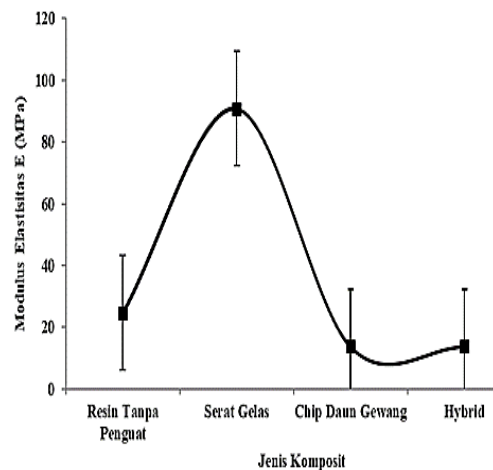
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan hubungan tegangan dan regangan tarik komposit *Hybrid, Chip* Daun Gwang dan Serat Pendek *E-Glass* dapat dilihat pada Gambar 4. Dari grafik ini dapat dilihat bahwa spesimen merupakan material brittle dimana tidak terdapat area yield strength dan area yang menunjukkan terjadinya deformasi plastis. Hubungan tegangan-regangan menunjukkan perbedaan kekuatan tarik dari setiap tipe spesimen yang digunakan. Spesimen dengan penguat serat *glass* menunjukkan kekuatan tarik tertinggi (rata-rata) dimana *ultimate tensile strength* (UTS) yang dihasilkan

mencapai 61 Mpa. Spesimen resin sebagai material kontrol menunjukkan *ultimate tensile strength* (UTS) yang berkisar 15 Mpa, dimana nilai UTS ini tidak berbeda jauh dengan spesimen lainnya yaitu spesimen yang diperkuat chip daun gewang yang memiliki UTS = 14 Mpa dan spesimen *hybrid* serat *glass* + *chip* daun gewang yang memiliki UTS = 18 Mpa. Dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai tegangan dan regangan dari masing – masing penguat serat yang digunakan. Rata – rata tegangan terbesar diperoleh dari komposit yang diperkuat oleh serat *e-glass*. Sedangkan rata – rata tegangan terendah diperoleh dari komposit chip daun gewang, dimana perbedaan nilai tegangan diantaranya berkisar $\pm 20 \%$, dengan perolehan regangan yang dihasilkan menunjukkan hasil yang berbeda dengan nilai tegangan, dimana regangan terbesar dihasilkan untuk komposit yang diperoleh dari serat *e-glass*. Perbedaan nilai tegangan tarik tersebut disebabkan oleh tidak meratanya *interfacial bonding* antara serat dan matriks khususnya chip daun gewang karena menyebabkan resin rich area dimana bagian spesimen tertentu tidak memiliki penguat. Selain itu, bentuk chip menimbulkan adanya konsentrasi tegangan di level meso dan makro yang dapat mempengaruhi kekuatan spesimen [1].



Gambar 4. Tegangan vs regangan spesimen komposit



Gambar 5. Perbandingan Modulus Elastisitas spesimen Komposit

Hasil perbandingan Modulus Elastisitas komposit berpenguat *Hybrid Chip* Daun Gewang dan Serat Pendek *e-glass* dapat dilihat pada Gambar 5.

Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis, semakin besar modulus elastisitas maka spesimen komposit akan semakin kaku. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa modulus elastisitas tertinggi yang dimiliki oleh komposit serat *e-glass* dengan modulus elastisitas rata-rata 90,83 MPa, dibandingkan dengan komposit dengan tipe penguat *chip* daun gewang, komposit *hybrid* dan komposit tanpa penguat, modulus elastisitas maksimum yang dimiliki oleh komposit serat *e-glass* adalah sebesar 160 MPa dan modulus elastisitas minimum sebesar 45,8 MPa dengan modulus elastisitas rata – rata sebesar 90,83 MPa.

Komposit dengan tipe penguat *hybrid* memiliki modulus elastisitas maksimum sebesar 15,8 MPa dan modulus elastisitas minimum sebesar 10,0 MPa dengan modulus elastisitas rata – rata sebesar 13,75 MPa, Komposit dengan tipe penguat *chip* daun gewang memiliki modulus elastisitas maksimum sebesar 20,0 MPa dan modulus elastisitas minimum sebesar 6,5 MPa dengan modulus elastisitas rata-rata 13,81 MPa, Komposit tanpa penguat memiliki modulus elastisitas maksimum sebesar 30 MPa

dan modulus elastisitas minimum 20 MPa dengan modulus elastisitas rata-rata 24,68 MPa. Faktor yang mempengaruhi serat *e-glass* mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi karena kekuatan tarik yang dimiliki serat *e-glass* paling tinggi dibandingkan dengan komposit *chip* daun gwang, komposit *hybrid* dan komposit tanpa penguat sedangkan regangan paling rendah sehingga pada grafik di atas dapat dilihat bahwa modulus elastisitas serat *e-glass* paling tinggi. Modulus elastisitas yang dimiliki komposit *chip* daun gwang lebih baik dibandingkan dengan komposit *hybrid*. Hal tersebut dapat dibuktikan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bale, dkk, dimana semakin kecil regangan maka akan menghasilkan kemampuan yang lebih rendah sehingga spesimen semakin kaku untuk mempertahankan beban yang diberikan sehingga elastisitas spesimen semakin besar. Sebaliknya semakin besar regangan maka spesimen semakin ulet sehingga elastisitas spesimen semakin kecil [1]. Hal ini dikarenakan regangan yang dimiliki oleh komposit *chip* daun gwang lebih rendah dan tidak berbeda jauh dengan komposit *hybrid* sedangkan kekuatan tegangan yang dimiliki komposit *hybrid* lebih tinggi dan perbedaannya cukup signifikan, sehingga komposit *chip* daun gwang menghasilkan modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada komposit *hybrid*.

Analisis Kerusakan

Pengamatan yang dilakukan terhadap kerusakan spesimen yang terjadi menunjukkan bahwa patahan yang terjadi setelah pengujian secara umum pada ketiga komposit yang diteliti ini adalah patah getas. Hal ini ditandai dengan bentuk patahan yang cenderung tegak lurus dengan arah tegangan yang diterima. Selain patah getas, Faktor yang mempengaruhi hal tersebut dapat terjadi adalah salah satunya proses fabrikasi, dimana pada saat pembuatan spesimen uji menggunakan metode *hand lay-up* memungkinkan ada udara yang terjebak dalam lapisan antara *chip*, sehingga ketika beban ditransfer dari matrik ke serat, celah kecil yang diisi udara dengan mudah merambat dan terjadilah semacam delaminasi antara *chip*.

Bentuk patahan yang terjadi pada spesimen uji adalah tipe kerusakan *fiber pull out*. Jenis patahan ini merupakan akibat dari *debonding* atau kurangnya ikatan *interfacial* antara penguat dan matriksnya. Komposit serat *E-glass* menunjukkan tipe kerusakan *fiber pull out* dengan jelas.

Tipe kerusakan ini terjadi pada ketiga tipe komposit baik tipe komposit *hybrid*, komposit *chip* daun gwang, maupun tipe komposit *e-glass*. Komposit *chip* daun gwang menunjukkan tipe kerusakan *chip fracture* dengan sangat jelas, hal ini diakibatkan karena ikatan *interfacial* yang kurang baik dimana pada tipe penguat *chip*, kandungan lignin yang tinggi pada permukaan serat *chip* daun gwang mengakibatkan ikatan antara matriks dan penguat menjadi kurang baik, begitu pula karena adanya semacam delaminasi antara *chip* mengakibatkan tegangan yang ditransfer melalui matrik ke serat tidak dapat ditransfer dengan sempurna sehingga pada komposit *chip* daun gwang sangat jelas terlihat tipe kerusakan *chip fracture*.

Komposit serat *hybrid* menunjukkan tipe kerusakan *fiber pull out* dan *chip fracture*, hal ini karena komposit *hybrid* merupakan gabungan dari *chip* daun gwang dan serat *e-glass* sehingga pada komposit *hybrid* terlihat kedua tipe kerusakan tersebut. Kerusakan sebelum pengujian sudah terjadi pada saat pencetakan spesimen uji komposit *chip* daun gwang. Kerusakan sebelum pengujian ini biasa disebut *initial defect*, salah satu kerusakan *initial defect* yang mengakibatkan terjadinya tipe kerusakan *fiber pull out* adalah adanya pori – pori (*void*) pada spesimen uji sehingga permukaan serat dan matriks menjadi lemah yang mengakibatkan kekuatan menjadi berkurang.

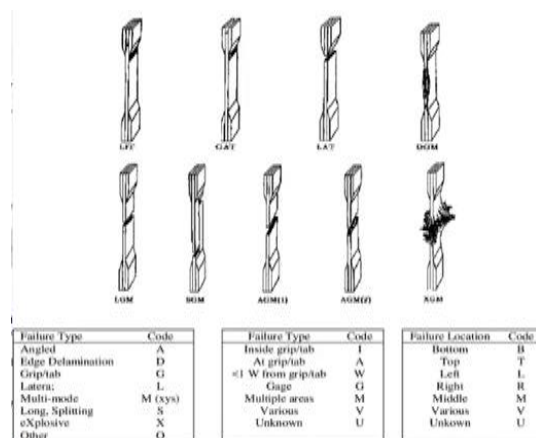
Kerusakan lain sebelum pengujian dilakukan adalah saat proses fabrikasi awal spesimen komposit, dimana ketika proses fabrikasi spesimen uji dilakukan menggunakan metode *hand lay-up* mengakibatkan tekanan yang diberikan pada saat pencetakan spesimen kurang merata sehingga membuat panjang, lebar dan tebal spesimen menjadi kurang presisi dan dapat mempengaruhi kekuatan spesimen

komposit *chip* daun gewang, komposit *hybrid* dan serat *e-glass*. Untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi secara visual dapat menggunakan acuan dari ASTM D3039 dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari hasil pengamatan terhadap foto makro kerusakan spesimen, kerusakan spesimen uji dapat dikategorikan sebagai berikut sesuai acuan ASTM D3039 adalah sebagai berikut :

1. Spesimen resin mengalami kegagalan tipe AGM (1) Dimana : A adalah *angled* bentuk patahannya miring, G adalah *Grip/tab*, dan M adalah *Multi Mode*.
2. Spesimen yang diperkuat serat gelas mengalami kegagalan tipe XGM Dimana : X adalah *explosive*, G adalah *Gage*, M adalah *Middle*
3. Spesimen yang diperkuat chip daun gewang mengalami kegagalan tipe LGM Dimana: L adalah *latera*, G adalah *Gage*, M adalah *Multi Mode*.
4. Spesimen yang diperkuat *hybrid* serat gelas + *chip* daun gewang mengalami kegagalan tipe XGM Dimana : X adalah *eksplosive*, G adalah *Gage*, M adalah *Multiple Area*.

Hasil foto makro tipe kegagalan spesimen dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Acuan ASTM D3039

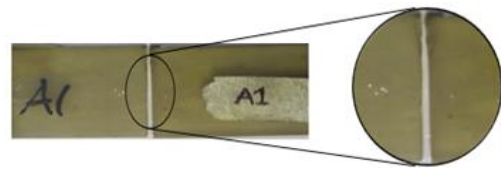


Foto Makro Patahan Spesimen Uji tanpa penguat



Foto Makro Patahan Spesimen Serat Gelas

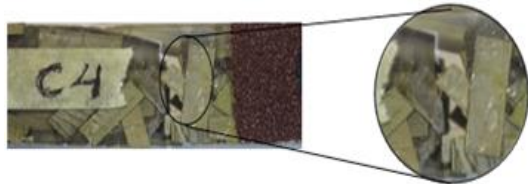


Foto Makro Patahan Spesimen chip daun gewang



Foto Makro Patahan Spesimen hybrid (serat glass + chip daun gewang

Gambar 7. Foto Makro patahan spesimen

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik maksimum yang dimiliki oleh ketiga komposit tersebut menunjukkan kekuatan tarik paling baik dimiliki oleh komposit serat *e-glass* dibandingkan dengan komposit *chip* daun gewang dan komposit *hybrid*. Proses *fabrikasi* sangat menentukan kekuatan yang dimiliki oleh ketiga spesimen komposit. Sifat lignin yang tinggi dan karakteristik *chip* mempengaruhi ikatan *interface* antar serat dan matrik penyusunnya

sehingga mempengaruhi kekuatan tarik dari komposit dengan tipe penguat *chip*. Selain itu, *initial defect* dan proses penekanan secara manual saat proses *fabrikasi* menjadi salah satu faktor penentu kekuatan spesimen yang digunakan.

2. Komposit serat *e-glass* memiliki kekuatan tarik terbaik dimana tegangan rata – rata sebesar 61,25 MPa dengan regangan 0,08 % dan modulus elastisitas 90,83 MPa, sedangkan untuk komposit *hybrid* memiliki tegangan rata – rata sebesar 18,5 MPa dengan regangan 0,14 % dan modulus elastisitas sebesar 13,75 MPa dan pada komposit *chip* daun gwang memiliki tegangan rata – rata sebesar 14,75 MPa dengan regangan 0,13 % dan modulus elastisitas 13.75 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bale. J. 2017. Bending Strength Analysis on Composite Reinforced with Discontinuous Dewang Leaf (Coryphe Utan Lam). Prosiding SNTTM XVI, Oktober 2017, hal 46-50.
- [2] Tododjadhi. Y, Boimau. K dan Limbong. I. 2014. Pengaruh Perendaman terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Glass. LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU), 1(2), hal 8-17.
- [3] Lathifa. R.I. 2018. Nilai Kekuatan Tarik Komposit Serat E-Glass $\pm 45^\circ$ Dengan Matriks Polyester Untuk Struktur Lsu (Lapan Surveillance Uav). Pusat Teknologi Penerbangan – LAPAN.
- [4] Sitorus. J. 1996. Komposit Hibrid Serat Panjang, Serat Gelas-Ijuk Dengan Matriks Polimer, Skripsi, FMIPA USU, Medan.
- [5] Harper. L.T. 2006. Discontinuous Carbon Fiber Composite for Automotive Applications. Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy.
- [6] Qian. C, Harper. L.T, Turner. T, dan Warrior. N. 2011. Notched Behaviour of Discontinuous Carbon Fiber Composites: Comparison with Quasi-Isotropic Non-Crimp Fabric, Composites: Part A 42, hal 293–302.
- [7] Rohldus. P.L. 2015. Pengaruh Perendaman Terhadap Kekuatan komposit Serat Gwang, Skripsi, Universitas Nusa Cendana.
- [8] Callister. W.D. 2007. Material Science and Engineering An Introduction. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [9] Schwarts. 1984. Composites Material Handbook, New York: McGraw Hill Inc.
- [10] Gibson. R.F. 1984. Principle of Composite Material Mechanics, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- [11] Van Rijswijk. K. 2001. Natural Fibre Composites Structures and Materials. Laboratory Faculty of Aerospace Engineering Delft University of Technology. Holland.
- [12] Widodo, Basuki. 2008. Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). Jurusan Teknik Mesin ITN Malang : Malang.
- [13] Fao. H.R, Jasron. J.U, Boimau. K. 2012. Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Berpenguat Serat Lontar dan Serat Glass. LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU), 3(1), hal 27-36.
- [14] Chamis. C.C, Lark. R.F. Hybrid composite – State-of-the-art review: Analysis Design, Application and Fabrication. NASA Technical Memorandum, NASA, TM X-73545
- [15] ASTM. D3039, 2012. *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. American Society for Testing and Materials