

GAYA TARIK MAKSIMAL KOMPOSIT GFRP DENGAN METODE HAND LAY-UP PADA VARIASI KETEBALAN

Awaluddin Suprayogi¹, Indra Permana^{2,*}, Sahid Bayu Setiajit³

1. Universitas Tunas Pembangunan, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Kota Surakarta 57139

2. Universitas Tunas Pembangunan, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Kota Surakarta 57139
(indrapermana@lecture.utp.ac.id)

3. Universitas Tunas Pembangunan, Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Kota Surakarta 57139
(sahidbayu.setiajit@lecture.utp.ac.id)

*corresponding author: indrapermana@lecture.utp.ac.id

ABSTRAK

Metode hand lay-up merupakan salah satu metode pembuatan komposit yang sederhana dan tidak memerlukan peralatan khusus untuk proses produksinya dengan mengoleskan campuran resin ke seluruh lapisan serat komposit. Kekuatan dari komposit yang menggunakan metode hand lay up dapat diketahui hasilnya dengan melakukan pengujian tarik terhadap komposit sesuai dengan ASTM (*American Society for testing Material*) D3039. Hasil uji tarik yang dilakukan menghasilkan hasil uji pada spesimen 1 komposit GFRP mampu menahan gaya maksimal 836 kgf dan spesimen 2-3 memiliki rata – rata 1026,224 kgf. Pengaruh ketebalan pada spesimen 1 dan spesimen 2-3 menghasilkan kenaikan kemampuan sebesar 10,22% dengan beda ketebalan 1mm. Spesimen uji tarik untuk metode hand lay-up dibuat berjumlah 3 buah spesimen sesuai dengan standar ASTM D3039. Hasil uji tarik menunjukkan modus kegagalan yang terdapat pada spesimen dengan metode hand lay-up sesuai dengan kode yang mengacu pada standar ASTM D3039 adalah GAT (Grip/tab An side Top).

kata kunci: *hand lay-up, gaya, uji tarik, komposit, ASTM D3039*

ABSTRACT

Hand lay-up method is a simple composite manufacturing method and does not require special equipment for the production process by applying a resin mixture to all layers of the composite fiber. The strength of the composite which is known using the hand lay up method can be produced by carrying out tensile testing of the composite in accordance with ASTM (American Society for Testing Materials) D3039. The results of the tensile tests carried out produced a graph that specimen 1 of the GFRP composite was able to withstand a maximum force of 836 kgf and specimens 2-3 had an average of 1026.224 kgf. The effect of thickness on specimen 1 and specimens 2-3 results in an increase in capability of 10.22% with a difference in thickness of 1mm. Tensile test specimens for the hand lay-up method were made in the amount of 3 specimens in accordance with ASTM D3039 standards. The tensile test results show that the failure mode for specimens using the hand lay-up method in accordance with the code referring to the ASTM D3039 standard is GAT (Grip/tab An side Top). keywords: hand lay-up, force, tensile test, composite failure location: Top).

keywords: *hand lay-up, force, tensile strength, composite, ASTM D3039*

PENDAHULUAN

Komposit adalah perpaduan dari dua bahan dengan sifat yang berbeda untuk mempertahankan kekuatannya, komposit mempunyai peran dimana bahan pertama berperan sebagai penguat dan bahan kedua sebagai pengikat. Komposit saat ini merupakan material yang sangat populer karena sifatnya yang ringan, kuat, dan tahan korosi [1]. Komposit juga dapat diartikan sebagai campuran makroskopik yang terdapat pada penguat dan matrik. Campuran tersebut menjadi suatu bahan dengan sifat yang berbeda dengan bahan penyusunnya. Bahan komposit dibagi menjadi serat alami (*natural fibers*) dan serat sintesis (*synthetic fibers*). Fiber yang didefinisikan sebagai serat adalah jenis bahan yang dipotong-potong dalam bentuk yang memanjang [2]. Komposit GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*) adalah jenis komposit yang memiliki sifat ringan dan biaya pembuatannya relatif murah. Oleh karena itu, komposit GFRP digunakan sebagai pengganti bahan logam. Komposit GFRP terdiri dari matrik resin polyester dan penguatnya serat (fiber) [3]. Jenis matrik polymer yaitu resin polyester. Matrik dapat didefinisikan sebagai pengikat dalam suatu komponen yang memberikan bentuk dan sebagai pemegang bahan untuk memberikan sifat kekakuan dan ketahanan [4].

Fiberglass memiliki massa yang jauh lebih ringan dari pada besi [5]. Penggunaan serat fiberglass sebagai pembuatan komposit juga mempunyai keunggulan, *fiberglass* mudah diperbaiki seperti awal, ketika

fiberglass mengalami kerusakan, harga dari fiberglass pun juga murah dan menjadi penguat pada komposit yang sering digunakan, selain itu fiberglass juga memiliki kekurangan yaitu fiberglass mudah retak apabila terkena hantaman [6]. Pembuatan komposit yang sering digunakan yaitu metode hand lay-up. Penggunaan metode harus rata pada saat mencampur dan meletakkan bahan fiberglass karena akan mengakibatkan permukaan berongga dan bergelembung. Permukaan yang memiliki kecacatan pada saat pembuatan akan berpengaruh pada kekuatan dari komposit [7]. Perbandingan metode yang digunakan untuk membuat spesimen akan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik pada saat diujikan.

METODOLOGI

Metode kontrukstif digunakan untuk mengamati kekuatan tarik dengan membandingkan pengaruh ketebalan spesimen komposit fiberglass dengan metode pembuatan hand lay-up. Pengamatan yang dilakukan berdasarkan metode pembuatan komposit untuk mengetahui tingkat kekuatan tarik yang lebih bagus dari beberapa spesimen yang diujikan. Pengaruh ketebalan spesimen menunjukkan peningkatan kemampuan dalam menahan gaya tarik yang diberikan. Spesifikasi spesimen dilihat pada perubahan ketebalan yang akan diamati dengan hasil uji tarik yang dilakukan.

Metode Hand Lay-up

Hand lay-up adalah metode yang digunakan dalam proses laminasi serat manual untuk menghasilkan komposit. Metode hand lay-up memiliki kelemahan yang disebabkan hubungan permukaan dengan serat dan matrik yang tidak sempurna sehingga terjadinya rongga karena udara yang terdapat pada matrik dan serat yang dapat mengurangi komposit, sedangkan keuntungannya adalah pada saat pembuatannya tidak memerlukan peralatan yang khusus, tahan terhadap korosi, dan ringan [8].

Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit metode hand lay-up dengan menyiapkan fiberglass WR 200. Cetakan menggunakan kaca dengan ukuran yang dipakai untuk menghasilkan komposit yang akan diujikan yang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Cetakan Komposit

Ukuran Cetakan	Daerah Pencetakan
400 x 310 x 5mm	330,5 x 240 x 3mm

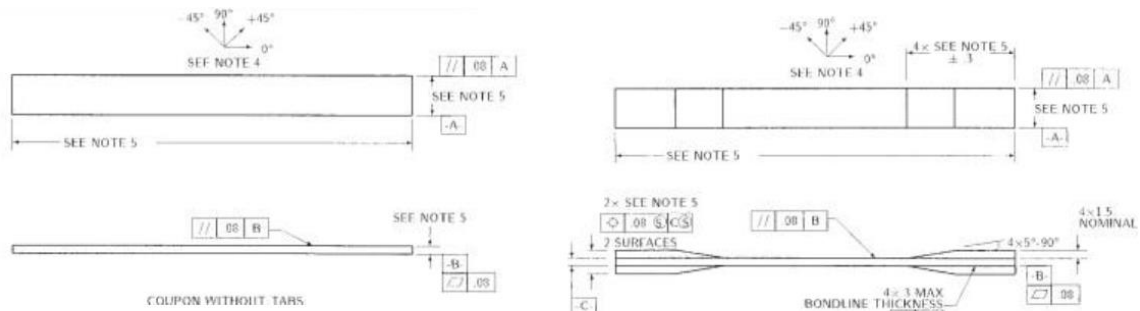
Volum yang digunakan ukuran 237,6 cm³ untuk komposisi komposit 40% fiberglass 40%, resin 59%, dan hardener 1% dengan densitas fiberglass 2,4 g/cm³ dan resin 1,215 g/cm³. Lapisan yang dipakai untuk membuat fiberglass berjumlah 19 lapis. Pengolesan miracle gloss pada cetakan dan plastik astralon untuk mempermudah dalam pengambilan komposit dari cetakan. Ukuran spesimen komposite yang akan dipotong sesuai dengan standar ASTM D3039 pada

Tabel 2. Dimensi Awal Komposit GRFP Hand Lay-up

No	Dimensi		
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang Awal (mm)
1	3	25	250
2	4	25	250
3	4	25	250

Pengujian Tarik

Uji tarik adalah metode untuk menentukan tegangan dan regangan yang terkandung dalam suatu bahan, Penelitian ini material yang akan diuji untuk pengujian tegangan adalah komposit GFRP, menggunakan metode hand lay-up untuk memberikan informasi lebih lanjut tentang sifat material terhadap pembebanan mekanik [9]. Kekuatan tarik yang dilakukan mengacu pada standar ASTM D3039. Uji tarik dilakukan pada benda uji yang telah patah atau rusak dalam kondisi uji statik dan hasilnya ditentukan berdasarkan tegangan tarik, modulus kekuatan tarik, dan regangan tarik [18]. Bentuk spesimen tarik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Komposit Standar ASTM D3039 [19].

Tegangan tarik dapat dihitung dengan persamaan:

$$F = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dimana:

F : Gaya (kgf)

A : Luas Penampang (mm²)

σ : Tegangan (MPa)

Besarnya regangan dapat ditentukan dengan pertambahan panjang yang disebabkan pembebanan dengan panjang daerah ukur (gage length) [20].

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

dimana:

ε : Regangan

Δl : Pertambahan Panjang

l_0 : Panjang daerah ukur (mm)

Besarnya nilai modulus elastisitas merupakan perbandingan tegangan dan regangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

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

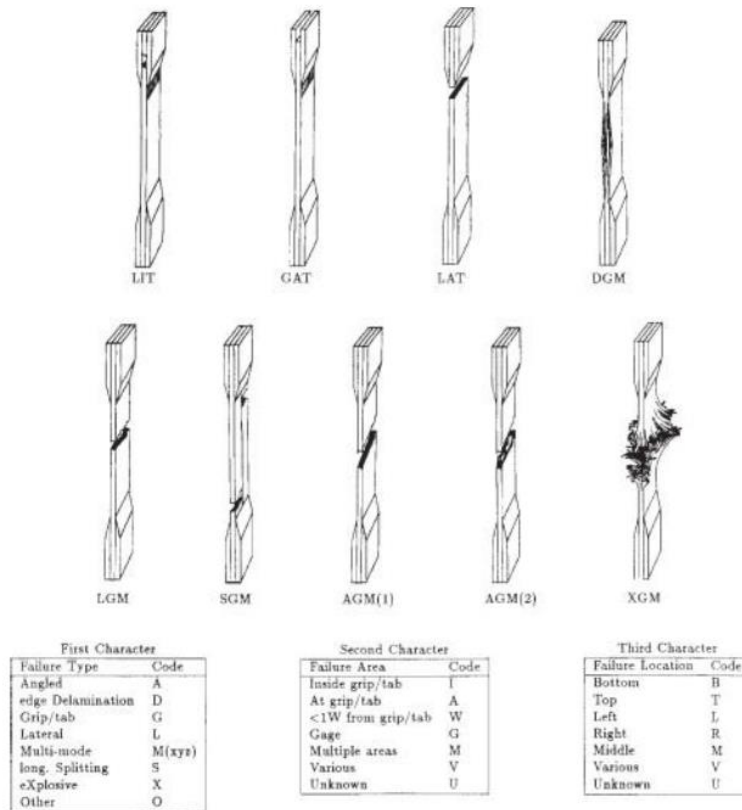
dimana:

E : Modulus elastisitas tarik (MPa)

σ : Kekuatan tarik (MPa)

l_0 : Regangan

Pengamatan dari pengujian tarik dapat dilihat pada lokasi kerusakan dan rekaman pengujian tarik, pemilihan standard pengamatan kerusakan pada spesimen uji tarik dideskripsikan dari 3 kode yang terdapat pada Gambar 2. Kode ASTM D3039 menjadi acuan spesimen setelah pengujian tarik yang dilihat dari posisi kerusakan/patahan.



Gambar 2. Tipe Modus Kegagalan Uji Tarik [19]

HASIL DAN PEMBAHASAN

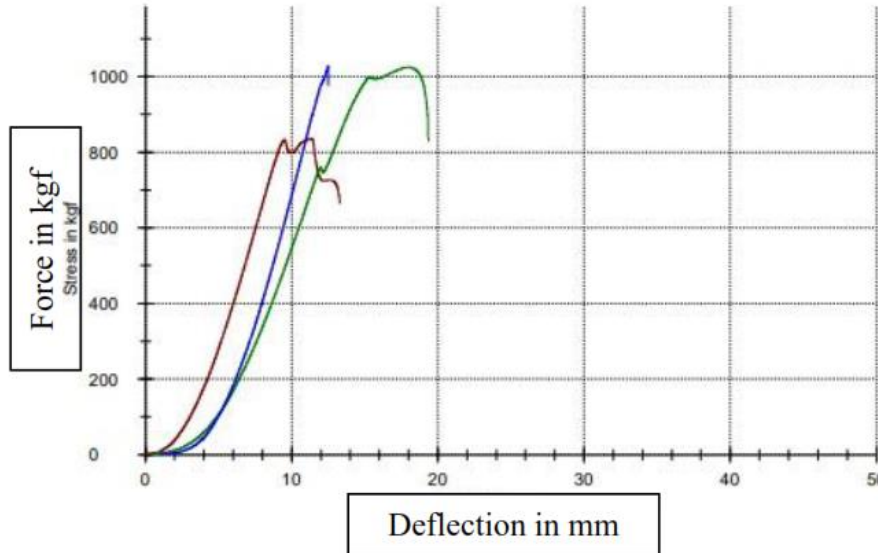
Hasil Pengujian

Proses pelaksanaan pengujian tarik dilakukan pada mesin tarik merk ZWICK & ROELL di laboratorium Balai Besar Kulit dan Plastik Yogyakarta, mengacu pada standar ASTM D3039. Pada **Gambar 3** pengujian tarik komposit GFRP hand lay-up dengan jarak grip to grip 150mm. Pengujian tarik digunakan untuk mengetahui batasan gaya maksimal yang mampu ditahan spesimen komposit fiberglass. Spesimen yang rusak apabila melebihi batas kemampuan tarik akan diamati lokasi patahan yang terjadi akibat pengujian tarik.



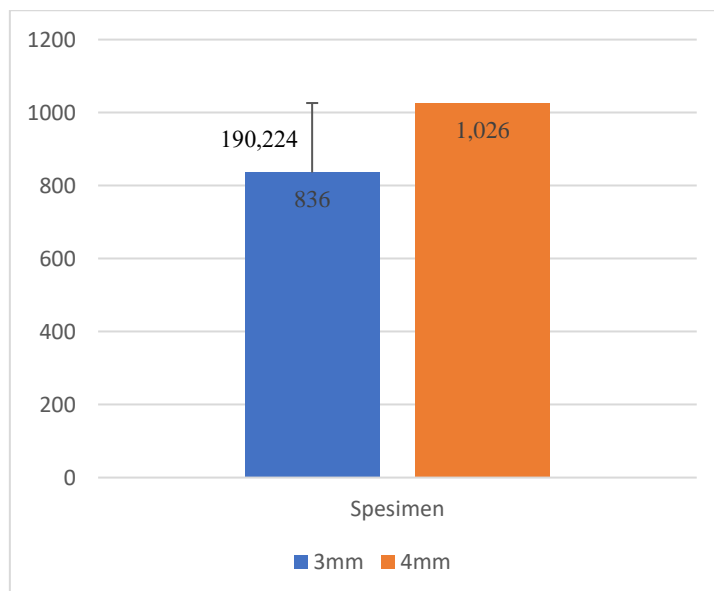
Gambar 3. Pengujian Tarik Komposit GFRP Hand Lay-up

Hasil uji tarik yang dilakukan menghasilkan grafik pada spesimen 1 (merah) komposit GFRP mampu menahan gaya maksimal 836 kgf, spesimen 2 (biru) dengan nilai gaya maksimal 1024,763 kgf, dan spesimen 3 (hijau) dengan nilai gaya maksimal 1027,686 kgf. Gaya maksimal dari 3 spesimen komposit hand lay-up tersebut yang tertinggi terdapat pada spesimen 3 (hijau) dan yang terendah spesimen 1 (merah) dapat dilihat pada Gambar 4 .



Gambar 4. Hasil Pengujian Komposit GFRP Hand Lay-up

Ketebalan pada spesimen komposit menunjukkan bahwa semakin tebal spesimen komposit memiliki kemampuan makasimal gaya yang mampu ditahan apabila spesimen dilakukan uji tarik. Spesimen 2 dan 3 mampu menahan gaya maksimal dengan rata – rata 1026, 224 kgf. Pengaruh ketebalan pada spesimen 1 dan spesimen 2-3 menghasilkan kenaikan kemampuan sebesar 10,22% dengan beda ketebalan 1 mm. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa ketebalan pada spesimen akan mempengaruhi kemampuan elastisitas spesimen komposit fiberglass terhadap gaya makasimal pada saat dilakukan pengujian tarik.



Gambar 5. Pebandingan Gaya Maksimal Spesimen

Pembahasan

Pengujian uji tarik yang dilakukan menghasilkan kenaikan gaya maksimal yang mampu ditahan oleh spesimen komposit fiberglass yang diakibatkan perbedaan ketebalan. Ketebalan pada spesimen akan dijadikan acuan untuk meningkatkan kemampuan komposit fiberglass dalam menahan gaya tarik yang semakin besar. Ketebalan merupakan salah satu dimensi utama spesimen uji tarik. Ketebalan pada spesimen komposit ditentukan oleh jumlah lapisan yang dipakai dalam laminasi. Lapisan yang semakin banyak akan menghasilkan spesimen yang semakin tebal. Ketidakesesuaian hasil uji biasanya terpengaruh adanya kegagalan pada antar lapisan komposit. Pengaruh ketebalan yang tidak seragam akan mengakibatkan distribusi tegangan yang tidak merata selama pengujian dan pergeseran antar lapisan spesimen. Ketebalan akan mempengaruhi gaya tarik maksimal melalui ukuran dari luas penampang spesimen. Pada saat pengujian tarik dianjurkan tidak boleh adanya lubang pada spesimen karena dapat mempengaruhi kekuatan spesimen terhadap gaya tarik maksimal.

KESIMPULAN

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari komposit GFRP yang dimanufaktur dengan metode hand lay-up. Spesimen uji tarik untuk masing-masing metode dibuat berjumlah 3 buah spesimen sesuai dengan standar ASTM D3039. Hasil uji tarik menunjukkan modus kegagalan yang terdapat pada spesimen dengan metode hand lay-up sesuai dengan kode yang mengacu pada standar ASTM D3039 adalah GAT (Grip/tab An side Top). Pengujian pada spesimen 1 menahan gaya tarik maksimal sebesar 836 kgf dan spesimen 2 – 3 sebesar 1026,244. Kenaikan kemampuan menahan gaya tarik dipengaruhi akibat ketebalan spesimen yang dibuat. Perbedaan ketebalan 1mm pada spesimen mengalami kenaikan gaya tarik maksimal sebesar 190,22 kgf.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan kegiatan penelitian. Bagian ini dapat diisi ataupun tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dri Handono, "Kaji Eksperimen Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Mekanik," vol. 7(2), 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v7i2.764>.
- [2] Y. Kondo and M. Arsyad, "Rancang Bangun Media Cetak Komposit Serat Alam dengan Sistem Hand Lay Up," *Prosiding Seminar Nasional Penelitian 2019*, vol. 4, pp. 33–36, 2019.
- [3] Zulfikar, "Experimental Analysis of Modulus Elasticity Glass Composite Based on Diameter Fiber Various," *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, vol. 1(2), pp. 47-56, Desember 2017.
- [4] K. Khotimah and H. Soeprianto, "Komposit Serat Batang Pisang (SBP)-Epoksi Sebagai Bahan Penyerap Bunyi," *Natural B*, vol. 2(4), pp. 322-326, Oktober 2014.
- [5] M. Munasir, "Studi Pengaruh Orientasi Serat Fiber Glass Searah dan Dua Arah Single Layer terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Polypropylene," *J. Penelit. Fis. dan Apl.*, vol. 1(1), p. 33, 2011, doi: 10.26740/jpfa.v1n1.p33-41.
- [6] S. Sarudin, S. Sudarsono, Gunawan, Y., "Karakteristik Kekuatan Tarik Pada Komposit Hybrid, Serat Rami, Fiberglass, Dan Resin Polyester," *ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 4(4), pp. 124-128, Desember 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.55679/enthalpy.v4i4.10014>.
- [7] M. Azissyukhron and S. Hidayat, "Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite," *Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 9, Juli 2018, doi: <https://doi.org/10.35313/irwns.v9i0.1072>.
- [8] M. I. Zakariyah and V. A. Setyowati, "Variasi Jumlah Layer Coremat E Glass dengan Metode Hand lay up dan Vacuum Infusion terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impact," *Pros. SENASTITAN Semin*, vol. 1, pp. 278–284, 2021.
- [9] H. Fahmi and H. Hermansyah, "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik," *J. Tek. Mesin*, vol. 1(1), pp. 46–52, 2011.
- [10] ASTM Internasional, "D3039," *ASTM*, vol. 35(2), pp. 36–38, 2002.