

Pengaruh Tekanan dan Jumlah Layer Komposit Serat CRFP-Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Metode Vaccum Infusion

^{1*}Adam Rifai Herawan, ¹Nani ulyaningsih dan ¹Sri Hastuti

¹Fakultas Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar,

Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah

*E-mail: adamrifai748@gmail.com

Abstrak

Material serat karbon berdiameter 5-10 μm dengan sebagian besar susunannya atom karbon. Material polimer *epoxy* terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda yaitu resin dan pengeras. Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material penyusun dengan sifat yang berbeda. Didalam komposit terdapat dua bahan penyusun yaitu bahan utama sebagai penguat (*reinforced*) dan bahan pendukung sebagai pengisi (*matriks*). *Vaccum infusion* merupakan proses pembuatan produk komposit dengan menggunakan tekanan vakum untuk mengikat campuran supaya tidak ada udara yang masih tersisa didalam komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan dan jumlah layer komposit serat CRFP-Epoxy terhadap kekuatan tarik dengan metode *vaccum infusion*. Pengujian Tarik yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada standar ASTM D638-02. Hasil pengujian tarik menunjukkan nilai tegangan terendah dengan variasi 7 lapisan dan tekanan 1,0 Bar sebesar 74,62 MPa dan tertinggi ada pada variasi 9 lapisan dan tekanan 1,3 Bar sebesar 125,32 MPa. Dari hasil pengujian Tarik diketahui bahwa semakin banyak lapisan maka nilai tegangan akan semakin besar.

Kata kunci: *epoxy*, komposit, pengujian tarik., serat CRFP, *vaccum infusion*.

1. Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini teknologi sangatlah berkembang dengan pesat, terlebih lagi pada bidang Industri Manufaktur. Banyak sekali perusahaan yang menggunakan material logam untuk bahan produksi, meskipun material logam lebih rentan terjadi korosi. Melihat permasalahan ini beberapa perusahaan sudah meninggalkan material logam dan beralih ke material komposit sebagai salah satu alternatif lain dalam hal produksi di bidang Industri Manufaktur. Terlebih lagi material komposit ini juga memiliki sifat yang kuat, ringan, biaya yang digunakan untuk pembuatannya pun tidak terlalu besar, mudah untuk dibentuk dalam produksinya serta tahan terhadap korosi berbeda halnya seperti besi atau baja.

Komposit merupakan material yang terbentuk dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung menjadi satu dan dibentuk pada skala mikroskopik sehingga menyatu secara fisika. Teknologi laminasi yang berkembang pada saat ini yaitu *vaccum infusion*, metode ini jarang digunakan dalam galangan fiber di Indonesia. Dalam penggunaan metode ini juga memiliki potensi yang menjanjikan, diantaranya meningkatkan daya rekat antara *reinforcement* dan *matriks* sehingga tidak ada udara yang terperangkap dalam proses pembuatannya. Pada penelitian ini, perlu dilakukan pengkajian lebih mendalam terkait penggunaan serat karbon. Maka dilakukan penelitian ini untuk pengembangan dari penelitian terdahulu agar mendapatkan hasil yang lebih baik dengan mengacu pada kombinasi lapisan dan variasi tekanan. Maka dari setiap variasi lapisannya dengan tekanan vakum yang sudah ditentukan akan dilakukan pengujian tarik. Karena bahan karbon pada jaman sekarang sudah banyak digunakan dimanapun seperti bumper mobil. Selain itu bumper mobil pada saat ini sangatlah penting pada bagian luar karena sebagai penahan dan peredam pertama pada saat terjadi benturan seperti kecelakaan.

Respati (2020) melakukan penelitian *Body Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycomb dan penguat Resin Lycal* yang menjelaskan tentang penelitian body mobil yang menggunakan serat karbon berpenguatan resin Lycal. Pada penelitian ini *body mobil* yang dimaksud adalah mobil yang dilombakan oleh kemendikbud

tahunan yaitu yang masih menggunakan bahan aluminium. Sehingga dilakukan penelitian untuk menggantikan bahan aluminium tersebut menjadi bahan serat karbon. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah melapisi *Honeycomb* dengan lapisan resin serat karbon. Cara pelapisannya dengan menggunakan variasi lapisan 1 sampai 3 lapis pembuatan material menggunakan *hand lay-up*. Standar specimen yang digunakan adalah ASTM D638-02 dan ASTM D790-02. Hasil dari penelitian ini menunjukkan secara berturut-turut kekuatan tarik dan bending tertinggi yang didapatkan pada 3 lapis *honeycomb* 3449,49 kg/mm² dan untuk bendingnya adalah 203,65 kg/mm². Jadi bahan ini dapat digunakan sebagai pengganti rangka aluminium.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah material komposit dapat digunakan sebagai bahan pengganti seperti besi atau baja, serta dari berat dan pembuatan seharusnya material komposit lebih unggul dari besi dan baja. Apalagi dengan perkembangan jaman yang sudah maju nilai efisien dari material sangat diperhitungkan dengan baik. Sehingga dapat mengurangi pembiayaan dan perawatan yang besar. Karena material komposit selama ini mudah perawatan, ringan biaya, dan kuat tidak kalah dengan besi atau baja.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposit serat karbon bermatriks *epoxy* dengan variasi lapisan dan tekanan terhadap kekuatan tarik. Dengan dilakukan penelitian ini dapat mengetahui nilai kekuatan tarik material komposit serat karbon bermatriks epoxy dengan variasi lapisan dan tekanan.

2. Metodologi

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 6 (enam) bulan dengan lokasi pembuatan material ada di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik mesin dan Industri Universitas Tidar magelang. Pengujian material komposit *epoxy* berkuat serat karbon ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gadjah Mada.

2.2 Alat dan Bahan

- a. Serat karbon
Serat karbon sebagai bahan utama sebagai penguat.
- b. Epoxy Resin dan epoxy hardener Epoxy
sebagai bahan pengikat.
- c. *Mirrir glaze*
Untuk pelapisan cetakan agar tidak lengket saat diangkat dari cetakan.
- d. Alat ukur
Untuk mengukur presisi material ketika akan dilakukan pemotongan.
- e. Alat vakum dan kantong vakum
Untuk menyimpan komposit pada saat proses *vaccum infusion* dengan menggunakan mesin vakum.
- f. Timbangan digital
Untuk mengukur serat karbon dan matriksnya.
- g. Gerinda tangan
Digunakan untuk pemotongan material pada saat sudah mengeras.
- h. Cetakan kaca
Untuk cetakan dari spesimen yang akan dipotong sesuai dengan standar yang digunakan.
- i. Gelas ukur
Untuk mengukur *epoxy* sehingga sesuai dengan takaran yang akan digunakan.
- j. Mesin uji tarik

Untuk mengetahui nilai kekuatan tarik yang diberikan pada komposit yang diteliti.

2.3 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

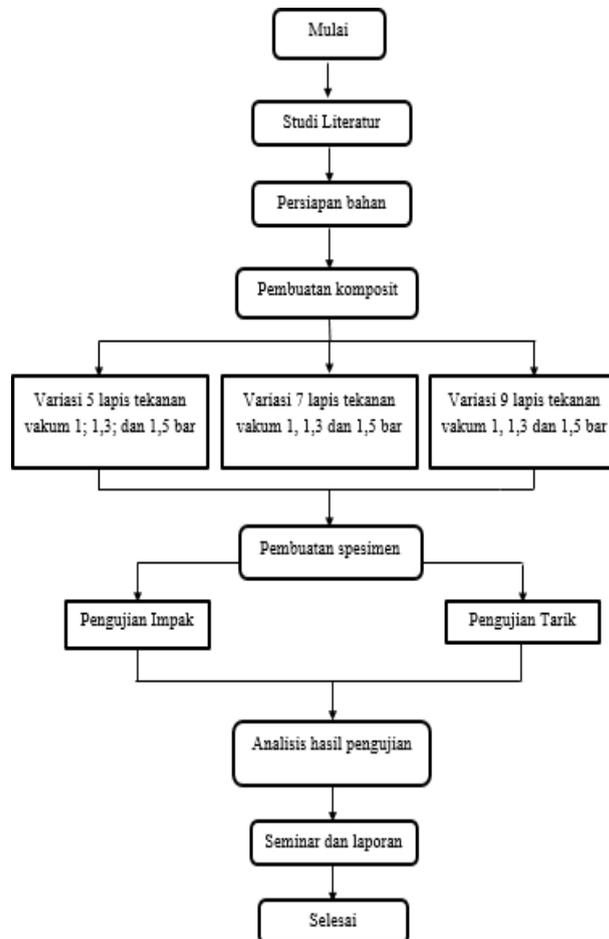
Sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dicapai, maka variable bebas yang akan diambil datanya dengan perbandingan:

- a. Panjang specimen 115 mm;
- b. Lebar specimen 19 mm;
- c. Tinggi specimen 3,2 mm;
- d. Jari-jari tekukan 14 mm;

2. Variabel control

Variable control ini adalah dari data pengujian Tarik untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik dari specimen serat karbon yang menggunakan metode *vaccum infusion* dengan tekanan 1 bar, 1,3 bar, dan 1,5 bar.

2.4 Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

2.5 Teknik Analisis Data

Analisi data diperoleh dengan melakukan pengujian tarik dilakukan dengan standar ASTM D638-02 untuk mengetahui kekuatan tarik.dari setiap pengujian yang dilakukan menggunakan variasi lapisan 7 dan 9 lapis dengan

tekanan vakum 1,3 bar dan 1,5 bar.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah komposit serat CRFP-Epoxy dengan menggunakan perbandingan 1:1 serta pencampuran secara merata. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh kekuatan tarik pada komposit serat CRFP-Epoxy dengan metode *vaccum infusion*. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 7 lapis dan 9 lapis dengan tekanan vakum 1,0 bar, 1,3 bar, dan 1,5 bar dengan standar pengujian tarik ASTM D638-02. Penelitian terdahulu mengenai “Body Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycomb dan penguat Resin Lycal” yang dilakukan oleh Respati (2020) ini dengan variasi lapisan 1 sampai 3 lapis dengan menggunakan standar pengujian tarik ASTM D638-02 mendapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi ada pada 3 lapisan yaitu 3449,49 kg/mm². Hasil tersebut menunjukkan semakin banyak lapisan yang ditambahkan maka kekuatan tarik yang didapatkan akan semakin besar. Pada penelitian ini juga diperoleh semakin besar lapisan yang ditambahkan maka nilai tegangan juga semakin besar hasil pengujian tarik.

3.1 Uji Kekuatan Tarik

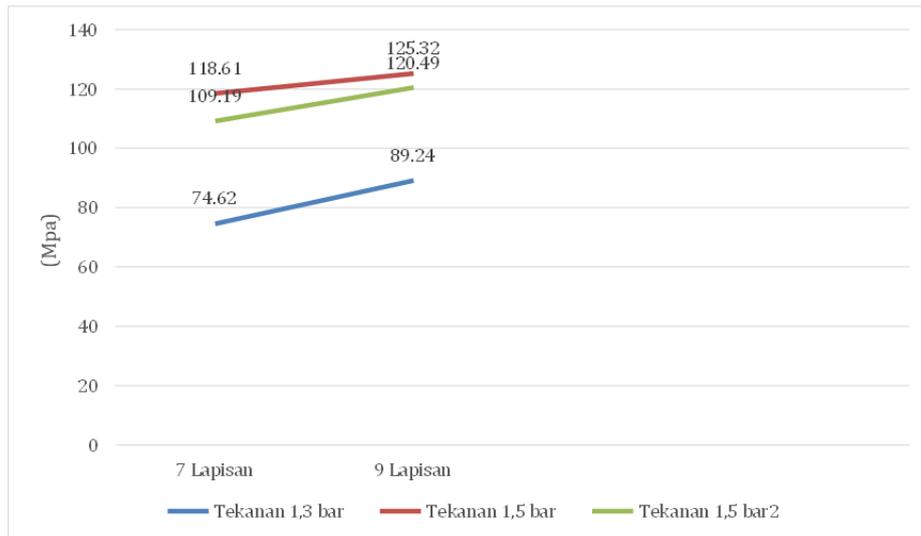
Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai tegangan dari material komposit tersebut dan hasil dari uji tarik tercantum pada tabel 1:

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

Variasi tekanan Variasi lapisan	Tegangan
<u>1,0 bar</u> 7 lapis 9 lapis	74,62 Mpa 89,24 Mpa
<u>1,3 bar</u> 7 lapis 9 lapis	118,61 Mpa 125,31 Mpa
<u>1,5 bar</u> 7 lapis 9 lapis	109,19 Mpa 120,49 Mpa

3.2 Grafik

Berikut dibawah ini adalah hasil pengujian kekuatan tarik komposit serat CRFP-Epoxy dengan metode *vaccum infusion* ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan grafik diatas pada material komposit carbon berpenguat epoxy diperoleh nilai tarik terbesar pada variasi lapisan 9 dengan tekanan 1,3 bar sebesar 125,32 Mpa. Sedangkan nilai terkecil diperoleh pada variasi lapisan 7 dengan tekanan 1,0 sebesar 74,89 Mpa.



Gambar 2. Grafik pengujian tarik

Berikut contoh perhitungan nilai tegangan komposit polimer epoxy berpenguat serat carbon variasi lapisan 5 dengan tekanan 1,0 bar dengan menggunakan persamaan 1 berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A \times o} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{2170 \text{ N}}{2,69 \text{ mm} \times 10,81 \text{ mm}}$$

$$\sigma = 74,62 \text{ MPa}$$

Dari spesimen uji tarik pada serat karbon berpenguat epoxy dengan variasi tekanan vakum dapat dilihat bahwa serat karbon memiliki nilai tarik tertinggi dengan 9 lapisan dan tekanan vakum 1,3 Bar. Namun dari setiap pengujian tarik selalu mengalami kenaikan yang signifikan membuktikan besarnya tekanan vakum mempengaruhi hasil tarik. Hasil dari pengujian tarik terhadap komposit serat CRFP-Epoxy dengan menggunakan metode vaccum infusion tercantum pada gambar 3 hingga gambar 8:



Gambar 3. Pengujian tarik variasi lapisan 7 dengan tekanan vakum 1,0 bar



Gambar 4. Pengujian tarik variasi lapisan 9 dengan tekanan vakum 1,0 bar



Gambar 5. Pengujian tarik variasi lapisan 7 dengan tekanan vakum 1,3 bar



Gambar 6. Pengujian tarik variasi lapisan 9 dengan tekanan vakum 1,3 bar



Gambar 7. Pengujian tarik variasi lapisan 7 dengan tekanan vakum 1,5 bar



Gambar 8. Pengujian tarik variasi lapisan 9 dengan tekanan vakum 1,5 bar

Kesimpulan

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak lapisan yang digunakan maka nilai tegangannya akan semakin kuat namun berbeda dengan variasi tekanan vakum tidak terlalu mempengaruhi dari nilai tegangan. Pada penelitian menunjukkan bahwa tekanan 1,3 bar dengan 9 lapisan memiliki nilai tegangan terbesar yaitu 125,32 Mpa, sedangkan pada tekanan 1,0 bar dengan 7 lapisan memiliki nilai tegangan terendah yaitu 74,62 Mpa. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh tekanan dan lapisan pada komposit serat CRFP-Epoxy dengan metode *vaccum infusion* terhadap kekuatan tarik.

Daftar Pustaka

- [1] Annisa Angelia., Muhammad Abdul Ghofur., Arif Djoko Nugroho., Purnomo Herlambang. Analisis kekuatan Tarik , bending, mikrostruktur, komposisi dan kemampuan redam suara komposit serat pelepah pisang menggunakan metode Vaccum Assisted Resin Infusion. Teknik Aeronautika Pertahanan, SENATIK 2020 vol.VI.
- [2] Utomo, S.W.E., Anggraini, D.P., Rusminanda, A., Sukma, N. Analisis Pengaruh Vaccum Pada Proses Pembuatan Komposit Carbon Fiber Menggunakan Metode Vaccum Infusion. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 06 No. 2, Oktober 2020
- [3] Rusminanda, A., and Drastiawati, N.S. Analisis Kekuatan Material Fiber Carbon dengan Variasi Core Terhadap Kekuatan Impak Pada Tulangan Bodi Mobil Ganesa Racing Team. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 09 Nomor 02 tahun 2021, 93-100.
- [4] Respati, S.M.B., Katsir, I., and Dzulfikar, M. Body Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-Honeycomb dan Penguat Resin Lycal. Jurnal Teknik Mesin, Vol 17, No. 2, Oktober 2020, 29-23
- [5] Negoro, D.A.K.R., Setiawan, F., and Putra, I.R. Analisis Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Karbon Dengan Metode Vaccum Infusion dan Vaccum Bagging. Jurnal Teknik, Elektronik, Engine, Vol 9 No. 1, Juli 2023, 159.
- [6] Robiansyah, K., and Irfā'I, M.A. Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit berpenguat Serat Karbon Dengan Matrik Epoxy. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 09 No 03 Tahun 2021, Hal 47-52.
- [7] Sugondo, S.B., Irawan, A.P., Siahaan, E. Analisis Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matriks Resin Lycal 1011 Terhadap Sifat Mekanis. Jurnal Sosial Teknik. Vol. 3 No. 7 Juli 2022
- [8] Wulandari, F., Widi, K.A., Febritasari, R. Analisa Sifat Mekanis Pada Material Serat Karbon dan Resin Epoxy Dengan Variasi Laminasi. Jurnal Teknik Mesin. 2022.
- [9] Kajang, G., Fahar, A.A. Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Berpenguat Serat Karbon. JNSTA Vol. 4 No. 2 Tahun 2024.
- [10] Firmansyah, H.I., Purnowidodo, A., Setyabudi, S.A. Pengaruh Mechanical Bonding Pada Aluminium Dengan Serat Karbon Terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metals Laminates. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol. 9, No. 2 Tahun 2018: 127-134.