

PENGARUH VARIASI SUHU MIXING RESIN PADA UJI TARIK PADA MATERIAL KOMPOSIT SERAT *FIBERGLASS* DENGAN METODE *VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION* (VARI)

¹Dialis Okta Saputa, ²Ferry Setiawan, ³Dhimas Wicaksono

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak


Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu pada *mixing* resin material komposit *fiberglass* dengan metode *vacuum infusion* pada uji tarik. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu terendah dan terbaik pada *mixing* resin material komposit *fiberglass* dengan metode *vacuum infusion* pada foto mikro. Variasi tetap resin; polyester, serat; *fiberglass*, vacuum; *vacuum Infusion*. Variabel suhu mixing resin 30°C, 40°C, dan 50°C. Pada penelitian ini menggunakan metode *vacuum infusion*, dimana peneliti membuat suatu spesimen dengan proses *Vacuum Assisted Resin Infusion* (VARI). Dalam proses VARI, fiber kering diletakkan antara fixmold dan plastik bag, kemudian resin diinjeksikan setelah ruang di dalam plastik bag bertekanan rendah dan proses berlanjut sampai seluruh bagian fiber terbasahi oleh resin. Setelah spesimen dibuat selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan mekanis dari spesimen yang di uji. Selanjutnya menganalisis data pengujian tarik dengan menggunakan persamaan yang digunakan dan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh komposit *fiberglass* dengan metode *vacuum infusion* terhadap uji kekuatan tarik. hasil dari pengujian Tarik komposit serat *fiberglass* dan variasi suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Dari tabel tersebut dapat terlihat untuk spesimen dengan performa terbaik terdapat pada spesimen variasi suhu 50°C, dimana beban yang dapat ditahan mencapai 508.56 kgf. Maka untuk kekuatan Tarik maksimal menghasilkan 11.07 Mpa. Kemudian pada spesimen dengan variasi suhu 40°C performa terbaiknya 361.95 kgf. Maka untuk kekuatan tarik maksimal menghasilkan 8.46 Mpa. Pada spesimen dengan variasi suhu 30°C performa terbaiknya 251.10 kgf. Maka untuk kekuatan tarik maksimal 5.67 Mpa. Rata-rata *yield strength* menunjukkan hasil uji Tarik dari setiap variasi yang berjumlah 9 spesimen. Untuk *yield strength* tertinggi didapatkan nilai sebesar 9.67 Mpa pada variasi suhu 50°C dan untuk *yield Strength* terendah didapatkan nilai sebesar 4.13 Mpa pada variasi suhu 30°C. Spesimen uji Tarik memiliki hasil dimana kekuatan luluh atau *yield* yang paling tinggi didapatkan spesimen dengan variasi suhu 50°C dan seiring naiknya tegangan maka nilai *yield strength* semakin naik, dan untuk kekuatan Tarik material atau *tensile strength* yang memiliki nilai paling tinggi dalam pengujian didapatkan spesimen dengan variasi suhu 50°C. Dengan demikian, pengaruh perlakuan suhu signifikan terhadap kenaikan kekuatan Tarik, namun apabila suhu 30°C maka akan menurunkan kekuatan Tarik, seperti pada suhu 30°C menghasilkan kekuatan tarik rata-rata 4.62 Mpa. Hasil pengujian foto mikro menunjukkan bahwa pada variasi suhu 50°C terdapat void yang sedikit sedangkan variasi 30°C terlalu banyak void. Pengujian foto mikro bertujuan untuk mengetahui kandungan yang ada didalam komposit tersebut.

Kata kunci: *Vacuum Infusion*, komposit, *fiberglass*, foto mikro, Tarik

Abstract

To determine the effect of temperature variations on mixing fiberglass composite resin materials with the vacuum infusion method in the Tensile test. To determine the effect of the lowest and best temperature variations on mixing fiberglass composite resin materials with the vacuum infusion method on fotomikro. Variation fixed resin; polyester, fiber; fiberglass, vacuum; vacuum Infusion. Variable temperature of mixing resin 30°C, 40°C, and 50°C. In this study, the vacuum infusion method was used, where the researcher made a specimen using the Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI) process. In the VARI process, dry fiber is placed between the fixmold and the plastic bag, then the resin is injected after the space inside the plastic bag is under low pressure and the process continues until all parts of the fiber are wetted by the resin. After the specimen is made, then a tensile test is carried out to determine the mechanical strength of the specimen being tested. Then analyze the tensile test data using the equations used and displayed in the form of graphs and tables. This study was used to determine the effect of fiberglass composites with the vacuum infusion method on the tensile strength test. results of Tensile testing of fiberglass fiber composites and temperature variations of 30°C, 40°C, and 50°C. From the table it can be seen that the specimen with the best performance is found in the specimen with a temperature variation of 50°C, where the load that can be withheld reaches 508.56 kgf. So for maximum tensile strength it produces 11.07 MPa. Then on the specimen with a temperature variation of 40°C the best performance is 361.95 kgf. So for maximum tensile strength it produces 8.46 MPa. In specimens with a temperature variation of 30°C the best performance is 251.10 kgf. So for a maximum tensile strength of 5.67 Mpa. The average yield strength shows the results of the Tensile test of each

¹Email Address: 190302073@students.sttkd.ac.id
Received 10 Juni 2023, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.868>

variation, totaling 9 specimens. For the highest yield strength, a value of 9.67 MPa was obtained at a temperature variation of 50°C and for the lowest yield strength, a value of 4.13 MPa was obtained at a temperature variation of 30°C. Tensile test specimens have results where the highest yield strength or yield strength is obtained by specimens with a temperature variation of 50°C and as the stress increases, the yield strength value increases, and for the tensile strength of the material or tensile strength which has the highest value in the test, the specimens with 50°C temperature variation. Thus, the effect of temperature treatment is significant on the increase in tensile strength, but if the temperature is 30°C it will decrease the tensile strength, as at 30°C it produces an average tensile strength of 4.62 MPa. The results of the microphoto test show that at a temperature variation of 50°C there are a few voids while the 30°C variation has too many voids. Micro photo testing aims to determine the content in the composite.

Keywords: Vacuum Infusion, Composite, Fiberglass, Micro Photo, Tensile

Pendahuluan

Pada saat ini komposit dengan bahan penguat serat sintetis telah digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, baik dari segi penggunaan maupun teknologinya. Penggunaannya tidak terbatas pada bidang otomotif saja, namun sekarang sudah merambah ke bidang-bidang lain seperti rumah tangga dan industri. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya, dalam perkembangannya, serat yang digunakan tidak hanya serat sintetis (*fiberglass*) tetapi juga serat alami (*natural fiber*). Menurut Munandar, (2013:52) “Komposit serat alam memiliki keunggulan lain bila di dibandingkan dengan serat gelas, komposit serat alam sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak, lebih ramah lingkungan karena mampu terdegradasi secara alami, harganya pun lebih murah dibandingkan serat gelas. Kelemahan serat alami di antaranya ukuran serat yang tidak seragam, usia serat sangat mempengaruhi kekuatannya. Semakin kecil diameter serat maka kekuatan tariknya besar, karena rongga pada serat kecil dan ikatan antar molekulnya banyak sehingga kekuatannya kuat.” (Muhammad Muhajir, Muhammad Alfian Mizar & Jurusan Pendidikan Teknik Mesin-FT, 2016). Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material baru yang berbeda menjadi suatu material baru yang memiliki propertis lebih baik dari keduanya. Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, dimana serat daun nanas ini sudah terkenal akan kekuatannya, dimana serat daun nanas memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus. (Hendriwan & Harry, 2013). Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang telah memanfaatkan bahan komposit berpenguat serat kenaf sebagai komponen panel interior mobil jenis sedan. Selain itu, produsen mobil *Daimler-bens* pun telah memanfaatkan serat abaca sebagai penguat bahan komposit untuk dashboard. Pergeseran trend teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan. Komposit ini juga memiliki rasio kekuatan dengan density yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan. Para industriawan menggunakan komposit tersebut sebagai produk unggulan sesuai dengan keistimewaannya. Teknologi komposit pun sebenarnya mencontoh komposit alam yang sudah ada sebelumnya. Walaupun tak sepenuhnya menggeser serat sintetis, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan. (Diharjo, 2006).

Tinjauan Pustaka

Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Tujuan dari dibentuknya komposit adalah, Memperbaiki sifat mekanik dan atau sifat spesifik tertentu, Mempermudah design yang sulit pada manufaktur, Keleluasaan dalam bentuk/design yang dapat menghemat biaya, dan Menjadikan bahan lebih ringan. Komposit pada umumnya dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu;

1. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Ada beberapa Jenis-jenis bahan matriks komposit yaitu; polimer, *thermoplastic* dan *thermoset*.
2. *Reinforcement* atau Filler atau Fiber salah satu bagian utama dari komposit adalah reinforcement (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.
3. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya; Matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), Interphase (pelekat antar dua penyusun), *interface* (permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain) Interaksi antar penyusun. (Setiawan & Ardianto, 2018b).

Macam-macam Serat Komposit

Komposit didefinisikan sebagai material yang terdiri dari dua atau lebih material penyusun yang berbeda, umumnya matriks dan penguat (*Reinforcement*). Matriks adalah bagian komposit yang secara kontinyu melingkupi penguat dan berfungsi mengikat penguat yang satu dengan yang lain serta meneruskan beban yang diterima oleh komposit ke penguat. Sedangkan penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh komposit.

1. *Fibrous composites* (Komposit serat)
2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat)
3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel)

Serat/Penguat

Fungsi dari serat/penguat yaitu untuk menahan beban utama dari suatu komposit. Salah satu contoh dari penguat yaitu serat (*fiber*), hal-hal yang harus di pertimbangkan untuk memilih penguat yaitu berjenis: Sifat tarik menarik (*adhesi*) antara *fiber* dan matriks, kestabilan terhadap *temperature* luar, Elongasi saat patah, harga dan biaya produksi

Matriks

Menurut Heazer (2016) matriks adalah fase dalam material komposit, memiliki bagian atau fraksi volume maksimum (utama). Matriks memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata
2. Melindungi serat optik dari Gerakan mekanis
3. Memegang dan mempertahankan serat pada posisi-nya
4. Melindungi dari pengaruh lingkungan yang merugikan
5. Tetap stabil setelah proses pembuatan

Gibson (1994) menjelaskan matriks dalam struktur komposit dapat dibedakan menjadi komposit matrik polimer PMC (*Polymer Matrix Composites*). Material ini merupakan material komposit yang sering digunakan, biasa disebut polimer berpenguat serat FRP (*Fibre Reinforced Polymer or Plastics*). Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya dan suatu jenis serat seperti

kaca, karbon dan aramid sebagai penguat.

Pada saat pemilihan matriks sangat penting sebagai bahan pengikat serat dan matriks harus dapat mengikat secara mekanis dengan bubuk atau pengisi serat sehingga tidak akan terjadi reaksi yang tidak diinginkan pada *interface*. Hal-hal yang harus diperhatikan seperti berat jenis, viskositas, Tekanan dan temperatur dan *void* saat curing. *Void* adalah kekosongan yang terjadi pada saat *fiber* atau bahan pengisi tidak didukung oleh matriks, dimana *fiber* sebagai pengisinya selalu mentransfer tegangan ke matriks, hal seperti ini yang menjadi penyebab terjadinya retakan, sehingga komposit yang dibuat tidak akan maksimal dalam kegunaannya. Komposit yang mempunyai kelonggaran udara akan memiliki banyak kekurangan dalam hasil spesimen yang akan digunakan.

Resin polyster

Resin polyester merupakan jenis resin thermoset atau lebih populernya sering disebut polyester saja. Resin ini merupakan cairan dengan viskositas yang relative rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin thermoset lainnya. Sifatnya bervariasi bergantung pada jenis, kondisi dan pencampuran dengan pengerasnya.

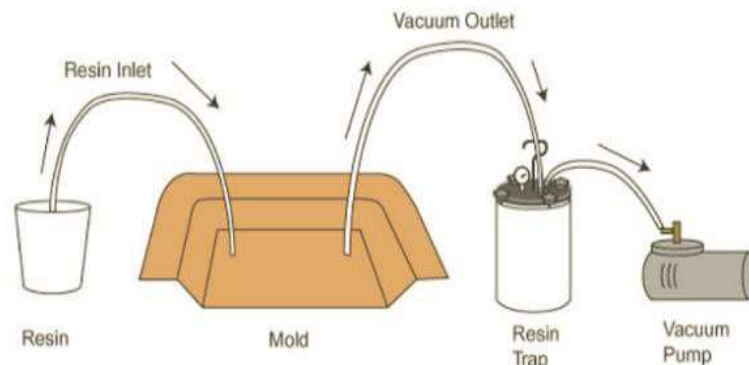
Table 1. Mechanical Properties Resin Polyester

Sifat-sifat	Satuan	Nilai Tipikal
Viscosity at 25	°C	250-350
Density	Gram/cm ³	1,09
Heat Distortion Temperature (HDT)	°C	54
Modulus of elasticity	Gpa	3,3
Flexural streangth	Mpa	45
Tensile strength	Mpa	40
Maximum elongation	%	1

(Sumber: Jao Reis, 2012)

Vacuum Infusion

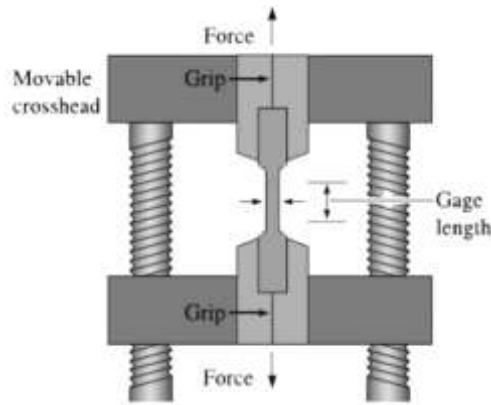
Vacuum infusion metode alat yang digunakan unntuk membuat material komposit dengan cara modern, lebih iafisien dan ringan. Proses *vaccum infusion* adalah proses cetakan tertutup yang mampu menghasilkan kinerja tinggi skala besar dengan biaya perkakas rendah. Keunggulan *vacuum infusion* adalah desain pekakas cetakan yang *fleksibel* dan pemilihan bahan cetakan, mampu memproduksi bagian komposit yang besar dan komplek dengan kualitas yang baik. (Abdurohman et, al, 2018).



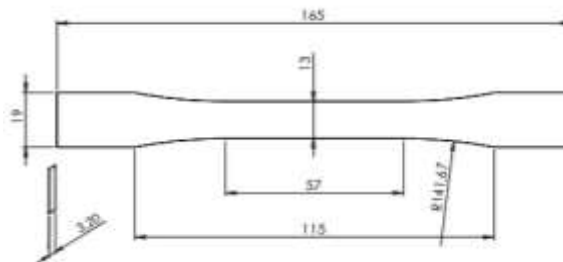
Gambar 1. Proses Vacuum Infusion

Pengajuan Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan Tarik, regangan, dan modulus elastisitas pada komposit serat. Metode yang dilakukan adalah dengan menjepit benda yang akan diuji pada mesin penguji dan dilakukan hingga material komposit patah. Pengujian ini menggunakan ASTM D-638. Adanya beban Tarik yang bekerja pada benda akan menimbulkan terjadinya pertambahan Panjang serta mengecilnya diameter benda uji. Perbandingan benda antara pertambahan panjang dengan panjang awal benda di uji disebut dengan regangan. Spesimen yang akan diuji harus berstandar dan spesifikasi berdasarkan dari ASTM yang sudah di tentukan oleh ASTM D-638. Bentuk standarisasi dari specimen yang dimaksud untuk menyebabkan retak atau putus pada daerah *gage lengt. Face* dan *grip* merupakan factor yang penting. Pengaturan yang tidak tepat pada spesimen uji tadi bisa mengakibatkan slip atau bahkan retak pada daerah *grip (jaw break)*. Karena pengaturan yang tidak tepat bisa mendapatkan data yang kurang valid. Seluruh permukaan *face* harus selalu tertutup agar tidak bersentuhan dengan grip sehingga spesimen uji tidak bergesekan secara langsung dengan *face*.



Gambar 2. Uji tarik



Gambar 3. Bentuk specimen uji Tarik pelat sesuai ASTM D-638 02a

Menghitung Tegangan Tarik *yield*, Tegangan Tarik maksimum, dan Regangan adalah sebagai berikut:

a. Tegangan Tarik *yield* (σ_y)

$$\sigma_y = \frac{p_y}{A_0} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

σ_y = Tegangan *yield* (kN/mm^2); p_y = Beban *yield* (kN); A_0 = Luas penampang/Area (mm^2)

b. Tegangan Tarik Maksimum/Ultimate (σ_u)

$$\sigma_u = \frac{p_u}{A_0} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

σ_u = Tegangan Ultimate (kN/mm^2); p_u = Beban Ultimate (kN); A_o = Luas penampang/Area (mm^2); Regangan (ϵ)

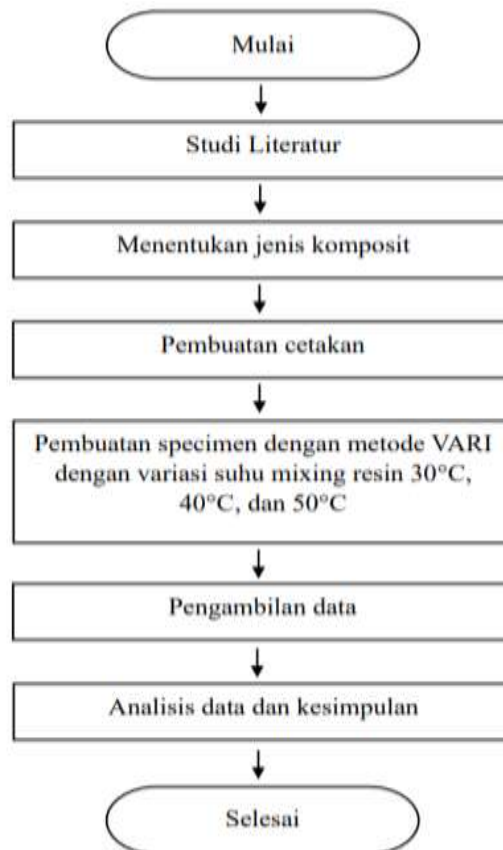
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

ϵ = Regangan (%); ΔL = Pertambahan Panjang (mm); L_o = Panjang awal spesimen (mm)

Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode vacuum infusion, dimana peneliti membuat suatu specimen dengan proses *Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI)*. Dalam proses VARI, fiber kering diletakkan antara fixmold dan plastik bag, kemudian resin diinjeksikan setelah ruang di dalam plastik bag bertekanan rendah dan proses berlanjut sampai seluruh bagian fiber terbasahi oleh resin. Setelah specimen dibuat selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan mekanis dari specimen yang di uji. Selanjutnya menganalisis data pengujian tarik dengan menggunakan persamaan yang digunakan dan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh komposit *fiberglass* dengan metode *vacuum infusion* terhadap uji kekuatan Tarik.



Gambar 4. Alur penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Tarik

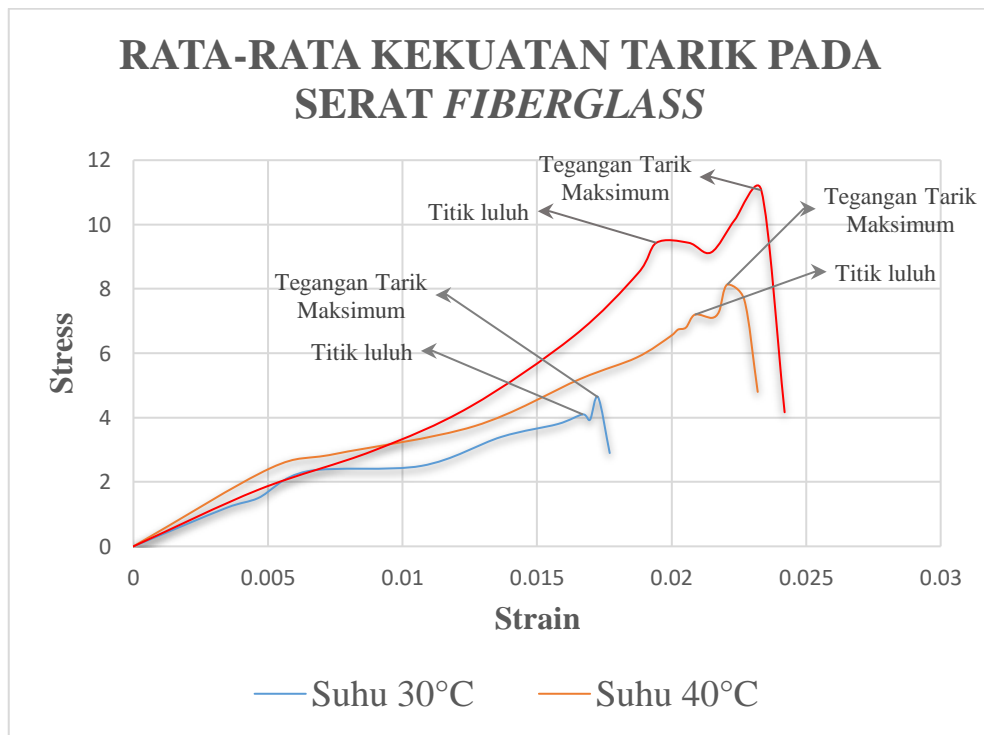
Pada Tabel 4.1 merupakan hasil dari pengujian Tarik komposit serat *fiberglass* dan variasi suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Dari *table* tersebut dapat terlihat untuk specimen dengan performa terbaik terdapat

pada spesimen variasi suhu 50°C, dimana beban yang dapat ditahan mencapai 508.56 kgf. Maka untuk kekuatan Tarik maksimal menghasilkan 11.07 Mpa. Kemudian pada spesimen dengan variasi suhu 40°C performa terbaiknya 361.95 kgf. Maka untuk kekuatan tarik maksimal menghasilkan 8.46 Mpa. Pada spesimen dengan variasi suhu 30°C performa terbaiknya 251.10 kgf. Maka untuk kekuatan tarik maksimal 5.67 Mpa.

Tabel 2. Data Pengujian tarik

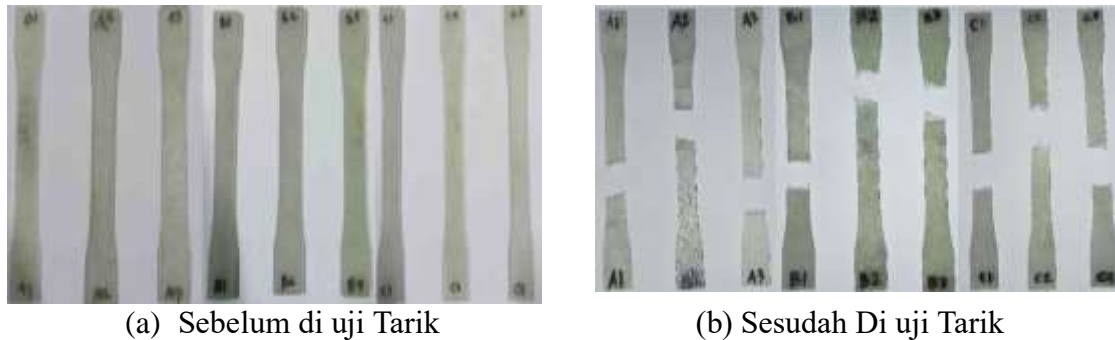
Variasi suhu	Part no	Area (mm ²)	Max. Force (kgf)	Break Force (kgf)	Yield Strength (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)
30°C	1	43.89	193.83	156.65	4.08	4.42
	2	44.88	168.70	140.68	3.43	3.76
	3	44.32	251.10	226.79	4.87	5.67
Rata-rata		44.36	204.54	174.71	4.13	4.62
40°C	1	43.03	349.69	338.56	6.68	8.13
	2	43.20	339.09	307.29	6.81	7.85
	3	42.77	361.95	295.47	8.46	8.46
Rata-rata		43	350.24	313.77	7.32	8.15
50°C	1	43.16	378.83	358.92	8.50	8.78
	2	36.66	463.27	463.27	11.15	12.64
	3	43.16	508.56	489.85	9.36	11.78
Rata-rata		40.99	450.22	437.35	9.67	11.07

Pada Tabel 4.1 Rata-rata *yield strength* menunjukkan hasil uji Tarik dari setiap variasi yang berjumlah 9 spesimen. Untuk *yield strength* tertinggi didapatkan nilai sebesar 9.67 Mpa pada variasi suhu 50°C dan untuk *yield Strength* terendah didapatkan nilai sebesar 4.13 Mpa pada variasi suhu 30°C.



Gambar 5. Perbandingan Rata-rata Kekuatan tarik Serat Fiberglass

Pada Gambar 3.2 Rata-rata *tensile strength* menunjukkan hasil uji tarik dari setiap variasi berjumlah 9 spesimen. Untuk *tensile strength* tertinggi didapatkan nilai rata-rata sebesar 11.07 Mpa dengan variasi suhu 50°C, dan untuk *tensile strength* terendah didapatkan nilai rata-rata 4.62 Mpa dengan Variasi suhu 30°C.

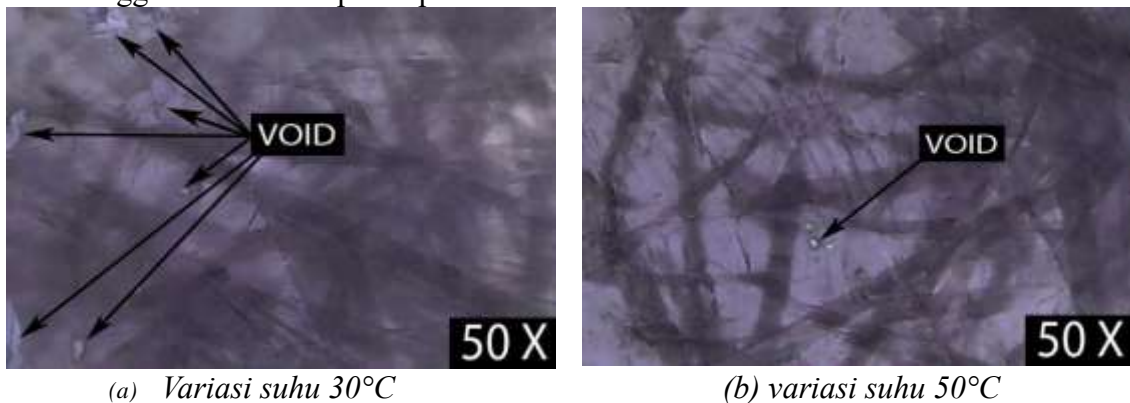


Gambar 6. Spesimen

Spesimen uji Tarik memiliki hasil dimana kekuatan luluh atau *yield* yang paling tinggi didapatkan spesimen dengan variasi suhu 50°C dan seiring naiknya tegangan maka nilai *yield strength* semakin naik, dan untuk kekuatan Tarik material atau *tensile strength* yang memiliki nilai paling tinggi dalam pengujian didapatkan spesimen dengan variasi suhu 50°C. Dengan demikian, pengaruh perlakuan suhu signifikan terhadap kenaikan kekuatan Tarik, namun apabila suhu 30°C maka akan menurunkan kekuatan Tarik, seperti pada suhu 30°C menghasilkan kekuatan Tarik rata-rata 4.62 Mpa.

Pengujian Foto Mikro

Pengujian foto mikro bertujuan untuk mengetahui kandungan yang ada didalam komposit tersebut, pada hasil tertinggi dan terendah pada spesimen.



Gambar 7. Hasil Foto mikro

Pada gambar 3.3 hasil foto mikro variasi suhu 30°C, tampak terlalu banyak voidnya. Namun pada variasi suhu 50°C terlihat serat dan resinnya tercampur merata dan tidak memiliki banyak voidnya seperti pada variasi suhu 30°C

Kesimpulan

Kekuatan Tarik atau *tensile Strength* memiliki variasi suhu yang berbeda-beda untuk hasil yang tertinggi didapatkan 50°C yaitu 11.07 Mpa dan terendah didapatkan pada suhu 30°C yaitu 4.62 Mpa, jadi semakin tinggi suhu maka semakin tinggi nilai kekuatan Tarik dan untuk *yield strength* atau

a)

kekuatan luluh didapatkan hasil yang tertinggi pada variasi 50°C dengan nilai 9.67 Mpa dan untuk nilai terendah didapatkan pada variasi suhu 30°C dengan nilai yaitu 4.13 Mpa. Dengan demikian, pengaruh perlakuan suhu signifikan terhadap kenaikan kekuatan Tarik, namun apabila suhu 30°C maka akan menurunkan kekuatan Tarik, seperti pada suhu 30°C menghasilkan kekuatan Tarik rata-rata 4.62 Mpa. Hasil pengujian foto mikro menunjukkan bahwa pada variasi suhu 50°C terdapat void yang sedikit sedangkan variasi 30°C terlalu banyak void. Pengujian foto mikro bertujuan untuk mengetahui kandungan yang ada didalam komposit tersebut. Pengujian berlangsung di Lab. Terpadu ITDA Adisutjiptp dengan pembesaran 50.

Daftar Pustaka

- Abdurohman, K., Satrio, T., Muzayadah, N. L., & Teten. (2018, November). A comparison process between hand lay-up, vacuum infusion and vacuum bagging method toward e-glass EW 185/lycal composites. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1130, p. 012018). IOP Publishing.
- Diana, L., Safitra, A. G., & Ariansyah, M. N. (2020). Analisis kekuatan tarik pada material komposit dengan serat penguat polimer. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 59-67.
- Diharjo, K. (2006, april). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret*, 8, 8-13.
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh orientasi serat pada komposit resin polyester/serat daun nenas terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 46-52.
- Ilmy, M. A., Rosyadi, A. A., & Junus, S. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Fiber Glass Terhadap Sifat Mekanik Komposit Fiber Glass/Epoxy Dengan Metode Vari. *STATOR: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1), 10-15.
- Nisaa Luthfiyah, K. (2019). *PENGARUH TEMPERATUR DAN PERSEN REDUKSI CANAI HANGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA TAHAN KARAT 316L UNTUK APLIKASI BIOMEDIS* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA).
- Mamungkas, M. I., Hendaryati, H., & Murjito, M. (2023). Pengaruh Perlakuan Pemanasan terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas dengan Metode Vacuum Infusion. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(2), 69-72.
- Setiawan, F., & Ardianto, H. (2018). KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS KEKUATAN TARIK KOMPOSIT NANO PARTIKEL DAUR ULANG PET DENGAN LIMBAH ABU BAGASE BOILER. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 5(2), 30-44.
- Priambodo, I., & Chriswadyanto, A. P. (2019). Metode Manufaktur Vacuum Assisted Resin Infusion Untuk Optimasi Sifat Mekanik Komposit Penyusun Propeller Dome. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)* (Vol. 1, pp. 69-76).
- Zakariyah, M. I., & Setyowati, V. A. (2021, March). Variasi Jumlah Layer Coremat E Glass dengan Metode Hand lay up dan Vacuum Infusion terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impact. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 1, No. 1, pp. 278-284).
- Ricciardi, M. R., Antonucci, V., Durante, M., Giordano, M., Nele, L., Starace, G., & Langella, A. (2014). A new cost-saving vacuum infusion process for fiber-reinforced composites: pulsed infusion. *Journal of Composite Materials*, 48(11), 1365-1373.