

Peningkatan Kualitas Produk Material Komposit Fiberglass Menggunakan *Vaccum Assisted Resin Infusion* di Industri Wangi Fiberglass Banyuwangi

Mochamad Asrofi¹, Dedi Dwilaksana², Rahma Rei Sakura³, Salahuddin Junus⁴, Hary Sutjahjono⁵, M. Fahrur Rozy Hentihu⁶, Danang Yudhistiro⁷, Skriptyan Noor Hidayatullah Syuhri⁸, Taufik⁹

^{1,3,4,5,6,7,8,9}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jalan Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Sumbersari, Jember, Jawa Timur

²Industri Wangi Fiberglass, Kaligondo, Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi

*e-mail: asrofi.teknik@unej.ac.id¹



Received:
02 Desember 2023

Revised:
03 Desember 2023

Accepted:
04 Desember 2023

Copyright: © 2023, Asrofi et al. This is an open-access article. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Abstrak - Pembuatan komposit sebagai pengganti material logam membutuhkan teknologi sebagai penunjang produksi sehingga menghasilkan banyak produk dengan kualitas yang bagus. Bahan komposit mempunyai beberapa keunggulan diantaranya massa jenis ringan dan sifat mekanik yang baik. Umumnya, bahan komposit terdiri dari dua penyusun yaitu matriks dan fiber. Matriks berfungsi sebagai pengikat dan fiber berguna sebagai penguat struktur komposit. Metode pembuatan produk tersebut yaitu *vaccum*, casting, dan *hand lay-up*. Hasil menunjukkan produk komposit dengan *vaccum assisted resin infusion* (VARI) mempunyai kualitas yang baik dan minim cacat dibandingkan dengan casting dan *hand lay-up*. Metode VARI dapat diaplikasikan di industri manufaktur komposit fiberglass.

Abstract - The fabrication of composites as a substitute for metal materials requires technology to support the production to produce many products with good quality. Composite materials have several advantages, including light density and good mechanical properties. Generally, composite materials consist of two components, namely matrix and fiber. The matrix functions as a binder and the fiber is useful as a reinforcement for the composite structure. The fabrication methods of these products are vacuum, casting, and *hand lay-up*. The results show that composite products with vacuum-assisted resin infusion (VARI) have good quality and minimal defects compared to casting and *hand lay-up*. The VARI method can be applied in the fiberglass composite manufacturing industry.

Kata kunci: Komposit, Fiberglass, *Vaccum Assisted Resin Infusion*, Unsaturated Polyester Resin

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada dunia industri dewasa ini semakin gencar. Hal ini didorong oleh kebutuhan produk yang semakin banyak. Sehingga selalu dibutuhkan teknologi baru untuk menunjang kuantitas dan kualitas produksi. Salah satu produknya adalah komposit. Pembuatan komposit sebagai pengganti material logam membutuhkan teknologi sebagai penunjang produksi sehingga menghasilkan banyak produk dengan kualitas yang bagus [1-3].

Penggunaan komposit sebagai alternatif pengganti logam semakin meluas. Komposit memiliki berat yang ringan, namun kekuatan yang dimiliki relatif tinggi [4]. Oleh karena itu, komposit memiliki banyak aplikasi seperti tandon air dan peralatan rumah tangga lainnya.



Bahan-bahan komposit terdiri dari bahan matriks dan penguat yang kompatibel untuk mendapatkan sifat yang diinginkan. Bahan matriks yang digunakan dalam pembuatan komposit terdiri dari poliester, fenolik, polimida, dan epoksi. Penguat yang digunakan dapat berupa karbon, Kevlar, dan fiber glass yang berbeda di mana fiber glass memberikan keuntungan yang signifikan dalam hal biaya hingga kinerja [5-6].

Metode pembuatan komposit yang digunakan pada industri dipilih sesuai dengan biaya dan kebutuhan. Salah satu metode yang banyak digunakan pada industri menengah adalah hand lay-up. Hand lay-up merupakan metode pembuatan komposit yang paling sederhana [7]. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan komposit tidak banyak sehingga biaya produksi murah. Namun, metode ini memiliki kekurangan yaitu tingginya kemungkinan muncul rongga atau kekosongan (void) [8-10]. Kekosongan disebabkan adanya udara yang terjebak pada komposit sehingga bagian yang kosong tidak terisi oleh matriks. Maka dari itu dibutuhkan metode lebih modern untuk mengurangi fenomena kekosongan (void) pada komposit [11].

Kekosongan (void) dapat diperbaiki dengan meminimalisir udara masuk ketika matriks dicetak. Metode yang cocok untuk meminimalisir void adalah *Vacuum Assisted Resin Infusion* (VARI). Dalam proses tersebut, fiber kering diletakkan antara fixmold dan plastik bag, kemudian vacuum menghisap udara pada mold hingga void hilang. Resin diinjeksikan setelah ruang di dalam plastik bag hilang dan proses berlanjut sampai seluruh bagian fiber terbasahi oleh resin. Pada proses VARI terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain dapat membuat produk berukuran kecil dan besar dengan alat yang murah [12]. VARI dapat mengurangi efek pengotoran yang banyak terjadi pada proses non vakum dan menimbulkan kurang optimalnya sifat material komposit [13].

Di Banyuwangi, ada salah satu startup industri yang bergerak di bidang manufaktur berbahan komposit fiber glass bernama Industri Wangi Fiberglass. Industri tersebut terletak di daerah Genteng, Banyuwangi. Produk yang sudah dihasilkan yaitu akuarium fiberglass, *bathtub baby spa*, ayunan fiberglass, kolam budidaya ikan dari fiberglass, hingga bio septitank fiberglass. Metode pembuatan produk tersebut yaitu *hand lay-up*. Hal tersebut merupakan metode sederhana dan biaya murah. Namun, beberapa kelemahan muncul akibat metode pembuatan secara hand lay-up seperti tingginya kemungkinan muncul rongga atau kekosongan (void).

Tim pengabdian menawarkan solusi kepada mitra industri untuk mengatasi masalah tersebut yaitu teknologi VARI. Dalam proses VARI, fiberglass kering diletakkan antara cetakan (fix mold) dan plastic bag. Kemudian, pompa vacuum menghisap udara pada cetakan hingga void hilang. Setelah itu, matriks resin diinjeksikan ke dalam cetakan yang vakum dan proses berlanjut sampai seluruh bagian fiberglass terbasahi oleh resin. Teknologi ini mempunyai keunggulan yaitu meningkatkan kualitas produk komposit dan dapat membuat produk berukuran kecil atau besar dengan alat yang murah.

METODE

Bahan

Bahan yang disiapkan yaitu serat fiber glass mat, serat fiberglass woven roving, resin polyester, katalis, wax, kain peel ply, vacuum sealant dan peralatan pendukung lainnya. Bahan-bahan tersebut nantinya akan diproses dengan dua metode berbeda yaitu casting dan VARI.

Proses Pembuatan Komposit Fiberglass

Dalam hal ini tim pengabdian membuat dua produk utama yaitu produk komposit fiberglass dengan metode casting dan produk dengan metode VARI. Pembuatan komposit fiberglass diawali dengan menyiapkan cetakan. Cetakan yang digunakan adalah cetakan kaca berukuran 20 cm x 20 cm. Pertama, cetakan dilapisi dengan *release mould* untuk lebih memudahkan melepas produk dari cetakan. Proses ini dilakukan pada metode casting juga VARI.



Untuk proses casting, serat fiberglass mat dan fiberglass woven roving disiapkan dan disesuaikan dengan ukuran cetakan. Dilain itu, peneliti menyiapkan campuran resin polyester dan katalis dengan perbandingan 1:10. Setelah tercampur, *resin polyester* tersebut dituangkan ke cetakan yang sudah ada serat fiber glass mat dan woven roving. Untuk prosesnya dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Sementara itu, untuk proses VARI, serat fiberglass mat dan fiberglass woven roving ditata dicetakan kaca. Kemudian dilapisi kain peel ply pada bagian atas. Cetakan dipastikan lurus (tidak goyang) dengan permukaan tumpuan.



Gambar 1. Proses pembuatan komposit fiberglass menggunakan casting: (a) pengolesan release mould ke cetakan dan (b) proses penuangan resin polyester ke cetakan

Dalam hal ini permukaan tumpuan adalah keramik. Setelah itu, sisi-sisi cetakan kaca dilapisi oleh vacuum sealent. Tujuannya, agar tidak ada udara yang masuk lewat celah-celah sisi cetakan. Setelah itu kita pasang selang penarik resin di kedua sisi. Satu sisi untuk penarik resin, satu sisi untuk menarik gelembung. Setelah selesai, cetakan dibungkus plastik, agar tidak ada udara yang masuk. Untuk ilustrasi bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pembuatan komposit fiberglass menggunakan VARI: (a) setting cetakan agar udara tidak bisa masuk dan (b) proses penarikan resin ke cetakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

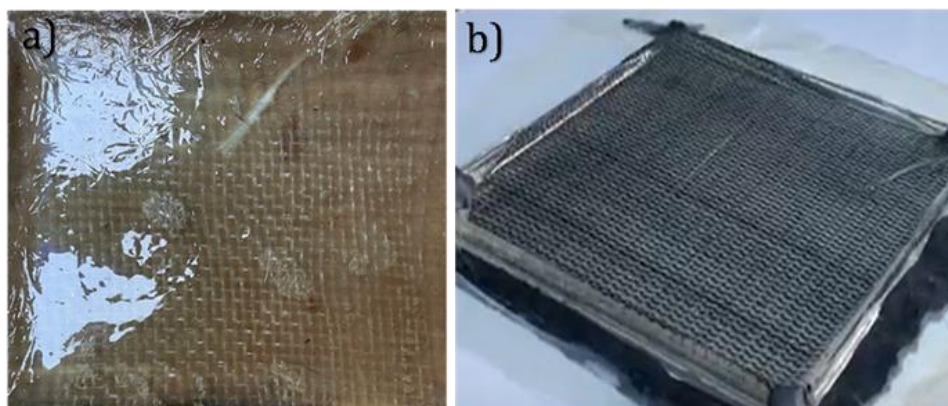
Perbandingan Hasil Produk Komposit Fiberglass (*Casting dan VARI*)

Hasil produk komposit fiberglass antara metode *Casting* dan VARI dapat dilihat pada Gambar 3. Terlihat bahwa, hasil produk dengan metode *Casting* masih terdapat void yang besar. Dalam artian void tersebut mengindikasikan cacat. Sementara itu, hasil produk VARI terlihat



mulus dan minim void atau cacat. Ini membuktikan bahwa metode *Vaccum Assisted Resin Infusion* (VARI) meminimalisir cacat yang terjadi [11].

Pada produk hasil casting umumnya membutuhkan tambahan proses yaitu *finishing* berupa pengecatan produk komposit fiberglass. Hal tersebut menyebabkan harga proses produksi menjadi lebih mahal. Fenomena ini berbeda dengan metode VARI yang mampu menghasilkan produk minim cacat. Metode ini sangat efektif mencegah munculnya void (udara terjebak di dalam produk). Selain produk yang bagus, metode ini diklaim dapat menurunkan ongkos produksi dikarenakan sekali proses [2, 9].



Gambar 3. Hasil produk komposit fiberglass: (a) Casting dan (b) VARI

KESIMPULAN

Metode *Vaccum Assisted Resin Infusion* (VARI) dalam pembuatan komposit fiberglass menunjukkan hasil yang baik dibandingkan dengan metode casting. Metode Vaccum ini dapat mengurangi cacat suatu produk di Industri Wangi Fiberglass Genteng Banyuwangi. Hal itu terbukti waktu proses pembuatan papan komposit fiberglass dengan beberapa metode, dan hasil menunjukkan proses vaccum lebih baik dibandingkan metode lain seperti hand lay-up dan casting. Metode ini dapat diaplikasikan di industri manufaktur komposit fiberglass.

REFERENSI

- [1] M. A. Paglicawan, C. S. Emolaga, J. M. B. Sudayon, and K. B. Tria, "Mechanical properties of abaca-glass fiber composites," *Polymers*, vol. 13, no. 16, pp. 2719, 2021, doi: 10.3390/polym13162719.
- [2] A. Z. Dwi and H. Syamsudin, "Manufacturing fiberglass-epoxy LSU-03 aircraft propeller using hand lay-up and vacuum assisted resin transfer Moulding (VARTM) methods," *IOP Conf. Ser.: Mater.*, vol. 645, no. 1, pp. 012018, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/645/1/012018.
- [3] T. A. Negawo, Y. Polat, Y. Akgul, A. Kilic, and M. Jawaid, "Mechanical and dynamic mechanical thermal properties of ensete fiber/woven glass fiber fabric hybrid composites," *Compos. Struct.*, vol. 259, no. 113221, 2021, doi: 10.1016/j.compstruct.2020.113221.
- [4] J. Shi, W. Zhang, S. Gu, S. Yuan, and J. Zhang, "Physical and Mechanical Properties of Bamboo Fiber/Glass Fiber Mesh Reinforced Epoxy Resin Hybrid Composites: Effect of Fiber Stacking Sequence," *J. Nat. Fibers*, vol. 20, no. 1, pp. 2167145, 2023, doi: 10.1080/15440478.2023.2167145.



- [5] T. Nallusamy, N. Dhanush, and S. Kavya, "Influence of 2–10 wt% of SMA Nitinol Reinforcement on the Mechanical Properties of Glass–Epoxy Composites Manufactured Through the VARTM Process," *J. Inst. Eng. (India): C*, vol. 104, pp. 281-290, 2023, doi: 10.1007/s40032-023-00913-4.
- [6] A. Thiagarajan, K. Jagadish Chandra Bose, K. Velmurugan, and V. S. K. Venkatachalapathy, "Study on Tensile Strength of GFRP Nanocomposites by VARTM," In *Advances in Manufacturing Technology: Select Proceedings of ICAMT 2018*, pp. 351-360, 2019, doi: 10.1007/978-981-13-6374-0_41.
- [7] S. Kumarasamy, N. M. Mazlan, M. S. Z. Abidin, and A. Anjang, "Influence of fuel absorption on the mechanical properties of glass-fiber-reinforced epoxy laminates," *J. King Saud Univ. Eng. Sci.*, vol. 32, no. 8, pp. 548-554, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2019.09.002.
- [8] S. Lou, G. Ren, H. Zhang, B. Cheng, and P. Chen, "Effect of Surface Treatment on Properties of Carbon Fiber and Glass Fiber Hybrid Reinforced Composites," *Fibers Polym.*, vol. 23, no. 11, pp. 3225-3231, 2022, doi: 10.1007/s12221-022-0374-1.
- [9] R. Sakin, "Layup design optimization for e-glass woven roving fabric reinforced polyester composite laminates produced by VARTM," *Fibers Polym.*, vol. 22, pp. 509-527, 2021, doi: 10.1007/s12221-021-0087-x.
- [10] H. Patel and H. Dave, "The effect of stacking sequence and fiber orientation on tensile and flexural strength of fiber reinforced composite fabricated by VARTM process," *Eng. Solid Mech.*, vol. 11, no. 1, pp. 47-62, 2023, doi: 10.5267/j.esm.2022.9.001.
- [11] M. Mohamed, M. M. Selim, H. Ning, and S. Pillay, "Effect of fiber prestressing on mechanical properties of glass fiber epoxy composites manufactured by vacuum-assisted resin transfer molding," *J. Reinf. Plast. Compos.*, vol. 39, no. 1-2, pp. 21-30, 2020, doi: 10.1177/073168441986884.
- [12] M. Asrofi, S. M. Sapuan, R. A. Ilyas, and M. Ramesh, "Characteristic of composite bioplastics from tapioca starch and sugarcane bagasse fiber: Effect of time duration of ultrasonication (Bath-Type)," *Mater. Today: Proc.*, vol. 46, pp. 1626-1630, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.254.
- [13] M. Ramesh, L. Rajeshkumar, C. Deepa, M. Tamil Selvan, V. Kushvaha, and M. Asrofi, "Impact of silane treatment on characterization of ipomoea staphylina plant fiber reinforced epoxy composites," *J. Nat. Fibers*, vol. 19, no. 13, pp. 5888-5899, 2022, doi: 10.1080/15440478.2021.1902896.