

Rancang Bangun Peralatan Vacuum Asisted Resin Infusion Untuk Pembuatan Material Komposit Wahana Terbang

Ferry Setiawan^{1)*}, Ikbal Rizki Putra¹⁾, Dhimas Wichaksono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

Naskah diterima 15 06 2023; direvisi 10 08 2023; disetujui 04 12 2023

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2016.v16.i02.p01>

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat Peralatan Vacuum Resin Infusion dilengkapi dengan variabel pengatur kecepatan, termokontrol dan Feeder Pipa Spiral yang digunakan untuk Pembuatan Material Komposit Wahana Terbang. Proses pembuatan material komposit dengan metode vacuum infusion adalah dengan memanfaatkan perbedaan tekanan di dalam dan luar cetakan, material yang di harapkan memiliki dimensi yang tipis, kuat dan ringan. Tahapan penelitian yang dilakukan pertama studi literature, kedua perancangan skema alat penyedot debu, ketiga perakitan alat kemudian membuat benda kerja selanjutnya mengecek benda kerja yang telah dihasilkan. Alat yang akan dirakit memiliki satu jalur input dilengkapi dengan feeder pipa sepiral di sekeliling moulding material komposit, dengan penambahan feeder pipa spiral ini diharapkan material komposit yang di hasilkan lebih merata dan memiliki kualitas yang bagus. Peralatan lain yang dibutuhkan adalah; tabung keluar resin, tabung reservoir, pompa vakum, bagging film, dan cetakan. Pengujian pertama alat akan dilakukan tanpa menggunakan resin untuk memastikan peralatan bekerja dengan baik dan tidak adanya kebocoran. Langkah selanjutnya adalah membuat benda kerja (hasil cetakan) menggunakan resin, benda kerja yang telah dihasilkan dilakukan pengecekan terhadap kualitas komposit yang dihasilkan. Hasil benda kerja yang dibuat menggunakan perakitan alat vacuum infusion ini adalah benda kerja dengan ketebalan lebih tipis secara merata dan permukaanya lebih halus serta resin terpakai secara merata. Nilai berat jenis akan mempengaruhi kerapatan yang terjadi pada material. Semakin tinggi nilai kerapatan, akan semakin baik kekuatan materialnya. Pada beberapa variasi pipa spral untuk vaccum infusion, spiral out mempunyai nilai berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi spiral in, spiral in out dan non spiral. Spiral out mempunyai nilai sebesar dengan volume yang sama dengan nilai $0.001538455 \text{ gram/mm}^3$

Kata kunci: Vacuum Infusion, Material, Komposit, Wahana Terbang

Abstract

The purpose of this study was to design and manufacture a Vacuum Resin Infusion Equipment equipped with a speed control variable, a thermocontroller and a Spiral Pipe Feeder used for the Manufacture of Composite Materials for Flying Vehicles. The process of making composite materials using the vacuum infusion method is by utilizing the difference in pressure inside and outside the mould, the material is expected to have dimensions that are thin, strong and light. The first stage of the research carried out was literature study, secondly designing a vacuum cleaner schematic, thirdly assembling the tool then making the workpiece then checking the workpiece that had been produced. The tool to be assembled has one input line equipped with a spiral pipe feeder around the composite material molding, with the addition of this spiral pipe feeder it is hoped that the resulting composite material will be more even and of good quality. Other equipment needed is; resin exit tubes, reservoir tubes, vacuum pumps, film bagging, and moulds. The first test of the tool will be carried out without using resin to ensure the equipment is working properly and there are no leaks. The next step is to make the workpiece (printed result) using resin, the workpiece that has been produced is checked for the quality of the resulting composite. The result of the workpiece made using the vacuum infusion assembly is a workpiece with an evenly thinner thickness and a smoother surface and the resin is used evenly. The specific gravity value will affect the density that occurs in the material. The higher the density value, the better the strength of the material. In several variations of spiral pipes for vaccum infusion, spiral out has a higher specific gravity value compared to spiral in, spiral in out and non spiral variations. Spiral out has a value of $0.001538455 \text{ grams/mm}^3$ with the same volume.

Keywords: Vacuum Infusion, Materials, Composites, Flying Vehicles

1. Pendahuluan

Dalam industri penerbangan termasuk Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau dikenal juga dengan istilah drone material komposit banyak digunakan karena memiliki sifat mekanik yang unggul dan berat struktur yang ringan. Kebanyakan komposit yang diproduksi untuk keperluan komersial menggunakan matriks polimer dengan penguat serat tekstil seperti glass, aramid, dan karbon.[1]

Metode yang di gunakan pada proses pembuatan komposit di antaranya adalah metode Hand Lay Up, Vacuum Bag, ataupun Vacuum infusion. Metode Hand Lay Up merupakan metode paling mudah dalam

memanufaktur komposit, bentuk yang dibuat dengan metode ini sangat banyak, pada material komposit pembuatan dengan metode yang berbeda akan menghasilkan karakteristik material yang berbeda.[2]

Metode yang masih banyak di gunakan pada proses pembuatan material komposit adalah metode hand lay-up laminasi basah. Metode ini memiliki kekurangan, diantaranya pemberian resin yang tidak dapat dikontrol sehingga memungkinkan terjadinya overweight akibat kelebihan resin maupun ketebalan yang tidak seragam dari satu produk karena proses laminasi masih manual, juga terdapat kemungkinan terperangkapnya gelembung udara sehingga akan

*Korespondensi: Tel./Fax.: 089517765300

E-mail: ferry.setiawan@skttkd.ac.id

©Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta 2023

berpengaruh terhadap karakteristik material yang di hasilkan.[3]

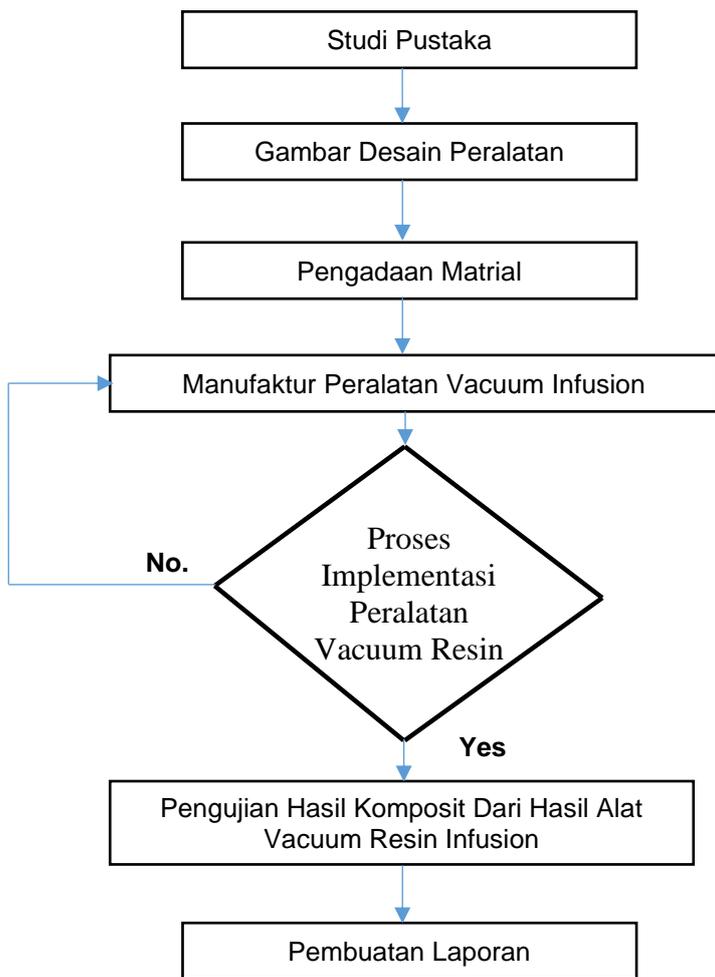
2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Peralatan Vacuum Resin Infusion Dengan Feeder Pipa Spiral Untuk Pembuatan Material Komposit Wahana Terbang” di lakukan di STTKD Yogyakarta selama 6 bulan.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan langkah kerja yang akan di laksanakan dalam penelitian ini dapat di lihat dari gambar diagram alir dibawah ini;



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada tahap study literatur penulis melakukan pengumpulan informasi, membaca mengenai alat Vacuum Infusion dari internet, jurnal, E book serta komponen komponen yang bersangkutan dengan alat ini.

Gambar Desain Peralatan dilakukan setelah data dan informasi yang dilakukan pada tahap studi literatur cukup memadai untuk di lakukan perencanaan gambar teknik skema alur kerja alat Vacuum resin infusion dengan bantuan sofeware Autocad ataupun Solidwork, pada tahap ini melakukan gambar perancangan skema alat vakum sebagai acuan untuk pembuatan / manufaktur peralatan vacuum resin infusion.

Pengadaan material untuk pembuatan peralatan vacuum infusion salah satunya adalah Pompa vacuum, yang mana adalah sebuah alat untuk mengeluarkan molekul-molekul gas di dalam sebuah ruangan tertutup untuk mencapai tekanan vakum sempurna. Pompa jenis ini bekerja secara Positive displacement yaitu menggunakan cara mekanis untuk mengekspansi sebuah volume secara terus- menerus, mengalirkan gas melalui pompa tersebut, men-sealing ruang volume sistem, lalu membuang gas ke atmosfer. Pada penelitian kali ini pompa yang digunakan memiliki kekuatan $\frac{1}{4}$ HP. Gambar pompa vacuum dapat di lihat pada gambar di bawah ini;



Gambar 2. Pompa Vakum

Tabung Reservoir (Catch pot) adalah tabung yang memiliki 2 input yang berfungsi untuk menampung sisa dari resin saat resin mengisi cetakan yang sudah di vakumkan dan juga untuk mencegah sisa resin memasuki pompa yang bisa menyebabkan kerusakan pada pompa, serta untuk membaca tekanan saat melakukan proses vakum, seperti terlihat pada Gambar 3. di bawah ini;



Gambar 3. Tabung Reservoir

Bagging Film atau plastik film yang berfungsi untuk menjaga perbedaan tekanan yang berada di dalam cetakan atau yang di luar cetakan, ditunjukkan pada dibawah ini;



Gambar 4. Bagging Film

Skema merupakan konsep desain untuk memberikan gambaran apa yang akan dibuat. Komponen yang akan dirakit diantaranya pompa, tabung reservoir, cetakan, dan tempat resin lalu masing-masing komponen dihubungkan oleh infusion

tube. Proses dimulai dari resin yang disedot oleh pompa dikarenakan berbeda tekanan yang masuk ke cetakan kemudian akan menyebar ke seluruh permukaan cetakan lalu resin yang berlebih akan masuk ke tabung reservoir. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada dibawah ini;[9]



Gambar 5. Skematik Vacuum Infusion

Pengujian alat dilakukan untuk membuktikan agar pada cetakan tidak adanya kebocoran dan tervakum sempurna, tekanan yang digunakan sebesar 0,8 bar, pertama tutup saluran masuk resin menggunakan clamp, setelah itu pompa vakum dinyalakan dan untuk mengatur tekanan berada di tabung reservoir karena adanya power kontrol setelah tervakum dan pressure gauge sudah berhenti pada 0,8 bar, tutup aliran udara dengan power kontrol setelah itu matikan pompa dan diamankan selama 15 menit jika tekanan berubah coba periksa kembali plastik film dan sealing-tape atau konektor resin karena ada kemungkinan bocor tetapi jika tekanan tidak berubah maka sealing-tape dan plastik film tertutup sempurna.[10]

Tahap selanjutnya adalah implementasi dari peralatan vacuum infusion yang di pakai untuk pembuatan resin komposit memakai serat carbon yang akan di cetak sesuai dengan bentuk yang di inginkan

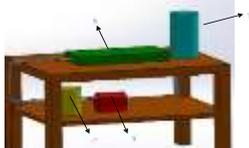
2.3. Pengujian Hasil manufaktur

Pengujian ini dengan cara membuat spesimen dengan peralatan yang sudah di buat, dan di uji berat jenis spesiman hasilnya untuk mengetahui kepadatan material pada pspesimen hasil, variasi yang di gunakan adalah dengan penambahan pipa spiral pada cetakan, yaitu *Spiral Out*, *Spiral In*, *Spiral In Out*, *Non Spiral* dan *Hand Lay Up*

3. Hasil dan Pembahasan

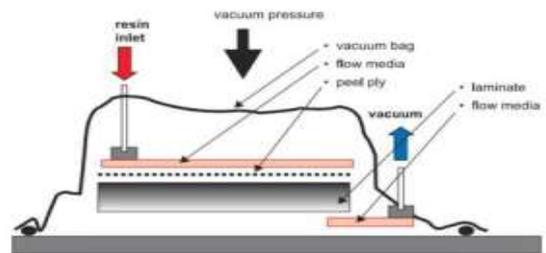
3.1. Manufaktur Peralatan Vacuum Resin Infusion

Pada penelitian ini di buat manufaktur peralatan dengan metoda vacuum infusion di lengkapi dengan mixer pencampuran resin menggunakan heater dan variabel speed dengan tujuan untuk mengontrol viscositas dari resin dan tegangan permukaan yang lebih merata. Gambar skema perlatan vacuum infusion dapat di lihat pada gambar 6.



Gambar 6. Skema rancangan peralatan vacuum infusion

Gambar di atas adalah Rancangan skema dari peralatan vacuum infusion, beberapa komponen dapat dilihat dari mulai point (a) adalah mixer sebagai pengaduk, point (b) adalah molding atau cetakan yang



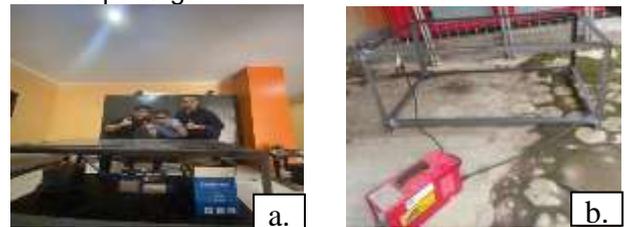
digunakan untuk proses vacuum, point (c) adalah reservoir atau sebagai penampung resin dan (d) adalah motor

Gambar 7. Peralatan vacuum infusion [8]

Langkah – langkah proses pengerjaan peralatan vacuum resin infusion adalah sebagai berikut;

1. Pembuatan Meja Kerja

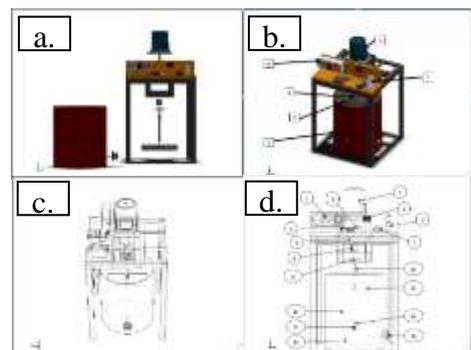
Meja kerja di buat dari material besi siku berfungsi untuk merangkai peralatan yang akan di buat, gambar proses pembuatan meja kerja dapat di lihat pada gambar 7.



Gambar 8. (a) Proses pembuatan meja kerja (b) Meja kerja untuk metode vacuum resin infusion

2. Pembuatan Feed Mixer dilengkapi dengan Termocontrol dan Variabel Speed

Sebelum merealisasikan rancang bangun mesin mixer maka telah dibuat design rancang bangun mesin mixer dengan elemen pemanas dan variabel speed menggunakan aplikasi *solidworks*. Tujuan menggunakan elemen pemanas dan variabel speed ini adalah untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada pembuatan material komposit dengan menggunakan metode vacuum infusion yaitu viskositas resin yang tidfak merata sehingga mempengaruhi kualitas material yang di hasilkan.



Gambar 9. (a) Base Frame Mixer (b) Gambar 3D desain Feed Mixer Resin (c) Gambar 2D Desain Feed Mixer (d) Gambar Tampak Samping Desain Feed Mixer

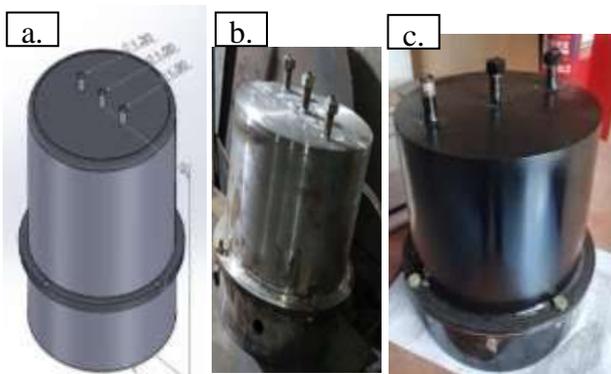
Hasil yang telah dicapai pada pembuatan mesin *mixer* pengaduk dengan pemanas untuk pencampuran resin dapat dilihat pada gambar 10 di bawah ini;



Gambar 10. *Feed Tank Mixer* dilengkapi dengan *Thermocontrol* dan *VariableSpeed*

3. Pembuatan Tangki Reservoir Untuk Vacuum Infusion

Tangka reservoir di buat dari pipa 10 inci dilengkapi dengan flens, pipa output dan pipa input dan juga pipa pressur gauge, tanki ini berfungsi untuk menampung resin yang terhisap tekanan *vacuum* sehingga dapat di pisahkan dari udaranya dan tidak terbawa sampai ke pompa *vacuum*. Gambar Desain dan pembuatan tanki reservoir dapat di lihat pada gambar 11 di bawah ini;



Gambar 11. (a) Gambar Desain Tangki Reservoir (b) Gambar Proses Pembuatan Tangki Reservoir (c) Hasil Pembuatan Tangki Reservoir

3.2. Pengujian Peralatan Hasil Manufaktur

Pada *vacuum infusion* dan *hand lay up* memiliki perbandingan berat jenis yang berbeda. Dikarenakan metode yang berbeda, efisiensi yang dihasilkan berbeda. *Hand lay up* lebih berat dikarenakan terlalu banyaknya resin yang berlebih. Berikut paparan alat yang digunakan untuk mengukur berat jenis adalah gelas ukur dan timbangan. Perhitungan berat jenis menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persamaan volume} : v = p \times l \times t$$

Volume yang digunakan disamaratakan karena akan berpengaruh terhadap berat jenis.

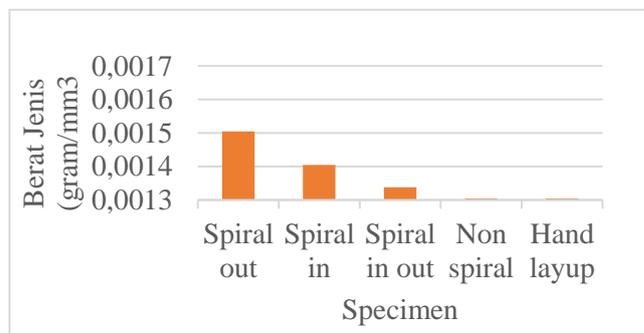
$$v = 46 \text{ mm} \times 26 \text{ mm} \times 2,5 \text{ mm} = 2990 \text{ mm}$$

$$S = \frac{w}{v} = \dots \text{ gram/mm}^3$$

Tabel I. Nilai Berat Jenis

Metode	w (gram)	v (mm ³)	S (gram/mm ³)	Rata-rata (gram/mm ³)
Spiral out	4.7	2.99	0.00157190	0.001538455
	4.5	2.99	0.00150501	
Spiral in	4.39	2.99	0.00143812	0.001421400
	4.2	2.99	0.00140468	
Spiral in out	4.1	2.99	0.00137123	0.001374565
	4.0	2.99	0.00133779	
Non spiral	4.0	2.99	0.00133779	0.001321065
	3.9	2.99	0.00130434	
HandLay up	3.9	2.99	0.00130434	0.001304340
	3.9	2.99	0.00130434	

Dari hasil perhitungan berat jenis pada masing



– masing variasi dapat di lihat pada gambar 12 di bawah ini;

Gambar 12. Hasil berat jenis material komposit

Nilai berat jenis akan mempengaruhi kerapatan yang terjadi pada material. Semakin tinggi nilai kerapatan, akan semakin baik kekuatan materialnya karena di indikasikan sedikitnya void yang terjadi paling sedikit. Pada beberapa variasi metode, spiral out mempunyai nilai berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi spiral in, spiral in out dan non spiral maupun dengan metode *handlay up*.

4. Simpulan

Hasil yang menunjukkan tanda void, yang dapat diindikasikan bahwa void dapat menurunkan kekuatan pada komposit. Dengan demikian sebisa mungkin jumlah void harus di minimalisasi ketika pembuatan. Dengan pengamatan beberapa variasi dari foto mikroskop diketahui bahwa variasi spiral out menunjukkan jumlah void paling sedikit dari variasi yang lain.

Nilai berat jenis akan mempengaruhi kerapatan yang terjadi pada material. Semakin tinggi nilai kerapatan, akan semakin baik kekuatan materialnya. Pada beberapa variasi pipa spiral untuk *vacuum infusion*, spiral out mempunyai nilai berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi spiral in, spiral in out dan non spiral. Spiral out mempunyai nilai sebesar dengan volume yang sama dengan nilai 0.001538455 *gram/mm*³

Untuk penelitian selanjutnya dapat di gunakan variabel speed pengadukan resin dan pengaturan

control temperature resin dengan peralatan yang sudah di buat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta, atas fasilitas dan dukungan yang diberikan serta bantuan dana penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] A. Goren and C. Atas, "Manufacturing of polymer matrix composites using vacuum assisted resin infusion molding," *Arch. Mater. Sci. Eng.*, vol. 34, no. 2, pp. 117–120, 2008.
- [2] L. Geng and K. Wu, *Metal matrix composites*, vol. 2. 2017A. Goren and C. Atas, "Manufacturing of polymer matrix composites using vacuum assisted resin infusion molding," *Arch. Mater. Sci. Eng.*, vol. 34, no. 2, pp. 117–120, 2008.
- [3] S. Hidayat, P. S. Aeronautika, J. T. Mesin, and P. N. Bandung, "Alat Vacuum Infusion untuk Pembuatan Komponen Berbahan Komposit," no. 6, pp. 6–11, 2013.
- [4] Abdurrohman K, "Upgrade Manufaktur Komposit Menggunakan Metode Vacuum Resin Infusion untuk Struktur LSU," *Ber. Dirgant.*, vol. 17, no. 11, pp. 35 – 42, 2016.
- [5] V. B. Equipment, "Vacuum Infusion - The Equipment and Process of Resin Infusion Introduction," pp. 1–14.
- [6] L. Joubaud, F. Trochu, and J. Le Corvec, "Analysis of resin flow under flexible cover in Vacuum Assisted Resin Infusion (VARI)," *J. Adv. Mater.*, vol. 37, no. 3, pp. 3–10, 2005.
- [7] L. Geng and K. Wu, *Composite Materials Engineering*, vol. 2. 2017.
- [8] K. Abdurrohman and A. Marta, "Kajian Eksperimental Tensile Properties Komposit Poliester Berpenguat Serat Karbon Searah Hasil Manufaktur Vacuum Infusion Sebagai Material Struktur Lsu," *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 14, no. 1, p. 61, 2018, doi: 10.30536/j.jtd.2016.v14.a2948.
- [9] Gurit, "Guide to resin infusion part 1," p. 25, 2009.
- [10] R. Dinur, "Proses Pembuatan Produk Komposit Sandwich Vacuum Infusion," 2019.