

Rancang bangun Dua Sistem untuk Vakum dan Kompresi dalam Satu Alat yang Digunakan untuk Vacuum Infusion pada Laminasi Kapal Fiber

Aristi Hanifah Fauziyyah^{1*}, Heroe Poernomo², dan Gaguk Suhardjito³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia¹

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.²

Program Studi Teknik Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.³

E-mail: aristihanifahfauziyyah@gmail.com^{1*}

Abstract – The method of working vacuum infusion in the shipyard in Indonesia has not been maximally. Due to the large number of equipment required, resulting in shipyard owners still using hand lay-up methods in the process. But in fact the vacuum infusion method has many advantages among lighter and stronger ships, from the cost-savings due to fewer labor costs, faster execution time. In analyzing the above problems using several stages of research and testing. In this study includes the required specifications for the suction speed used in the vacuum pump. While in the testing phase is in the test whether the compressor can function in vacuum and compression. Based on the result of the final assignment study entitled the design of two systems for vacuum and compression in a tool used for vacuum infusion in the fiber vessel lamination process resulted in that the compressor can be used for compression and vacuum but can not be used simultaneously should switch between its use between vacuum and compression. While the pressure generated by the compressor for vacuum infusion is - 0.077 bar.

Keywords: vacuum infusion, compressor, pressure

1. PENDAHULUAN

Pihak galangan kapal ingin memperoleh keuntungan yang maksimal dan menghasilkan kapal dengan kualitas yang baik. Hal tersebut mendorong para pemilik galangan menggunakan metode *vacuum infusion* untuk pembangunan kapal namun pada metode tersebut membutuhkan peralatan yang lebih banyak dibandingkan metode yang lain seperti *hand lay up*. Tetapi apabila dilihat dari segi keuntungannya metode *vacuum infusion* memiliki keuntungan lebih baik dibandingkan dengan *hand lay up* seperti pada hasil laminasi lebih ringan dan kuat, tenaga kerja lebih sedikit, resin yang digunakan lebih sedikit. Tetapi kerugian dari metode vacuum infusion ini membutuhkan biaya investasi peralatan di awal yang mengakibatkan pihak galangan berfikir dua kali untuk menggunakan metode tersebut.

Pada metode *vacuum infusion* memiliki kelemahan yaitu dibidang invesatsi awal karena peralatan yang digunakan dan biaya produksi yang lebih mahal namun hal tesebut seharusnya dapat ditutupi dengan produktifitas galangan yang lebih meningkat karena waktu pengerjaan menggunakan metode ini lebih cepat, dan penggunaan resin lebih sedikit dibandingkan dengan metode lainnya.(Nugroho, 2012).

Metode vacuum infusion ini menghasilkan komposit yang memiliki rasio fiber resin yang

tinggi apabila dibandingkan dengan metode hand lay up. Pada metode hand lay up resin dituangkan secara manual untuk mengalirkan resin, sedangkan pada metode vacuum infusion ini aliran resin ini dilakukan oleh tekanan vakum yang konstan.Penggunaan tekanan vakum yang konstan diaplikasikan untuk mengatur distribusi resin agar tetap. Hal tersebut mengakibatkan rasio fiber resin menjadi tinggi sehingga menghasilkan material komposit yang lebih kuat dan ringan(Risky, 2010).

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah merancang dua sistem antara kompresi dan vakum menjadi satu alat untuk *vacuum infusion* dan mengetahui tekanan yang dibutuhkan saat proses *vacuum infusion* menggunakan kompresor.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan karena pada tahap observasi dan studi literatur ditemukan beberapa masalah yang terjadi saat laminasi kapal fiber menggunakan *vacuum infusion*. Pada tahap selanjutnya dilakukan identifikasi masalah tentang vacuum infusion yaitu banyaknya investasi di awal untuk peralatan yang digunakan untuk pembangunan kapal. Sehingga penelitian ini diangkat yaitu bagaimana merancang suatu alat yang sebelumnya sudah tersedia di galangan kapal

dapat digunakan untuk proses vakum laminasi kapal fiber. Pada penelitian ini memanfaatkan kompresor dua piston karena setiap galangan pasti memiliki kompresor untuk melakukan pengecatan maupun yang lain. Pada tahap selanjutnya dilakukan perhitungan seperti menghitung spesifikasi kompresor yang dibutuhkan sehingga dapat menghasilkan debit hisap yang sesuai dengan pompa vakum yang sebenarnya. Pada tahap perakitan dipasang *vacuum gauge* meter untuk mengetahui tekanan yang diperoleh saat pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan dan Perhitungan Kepala Kompresor

Pada tahap ini melakukan pemelihan dan perhitungan kepala kompresor agar daya hisap yang dihasilkan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk proses *vacuum infusion*. Data – data yang didapatkan dari kompresor adalah :

- Piston stroke = 0,06 m
- Piston diameter = 0,04 m
- RPM = 770
- Motor power = 3 HP
- Ø pulley kompresor = 0,27 m
- Ø pulley dinamo = 0,095 m
- Panjang cetakan = 6 m
- Lebar cetakan = 1,2 m

Maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Volume piston = $\pi \times r^2 \times s$
 = $3,14 \times 0,04^2 \times 0,06$
 = $0,00030144m^3$
- Debit hisap = Volume x RPH x jumlah piston
 = $0,00030144 \times 46200 \times 2$
 = $27,853056 m^3 / \text{jam}$
- Torsi = Daya kompresor / RPS
 = $2200 / 80,64$
 = $27,28 \text{ Nm}$
- Gaya = torsi/jari-jari pulley kompresor
 = $27,28 / 0,0475$
 = $574,35 \text{ N}$
- Tekanan = $\frac{F}{A}$
 = $\frac{574,35}{\pi (0,04)^2}$
 = $113958,839 \text{ Pa}$
 = $1,14 \text{ Bar}$
- Kecepatan angular = $Wd \times Wd = Wk \times Wk$
- $Wk = \frac{80,64 \times 0,0475}{0,135}$
 = $28,37 \text{ rad/s}$

$$\begin{aligned} \text{- Daya kompresor} &= \text{Torsi} \times \text{Kecepatan} \\ &= 27,28 \times 28,37 \\ &= 773,93 \text{ watt} \\ &= 0,77393 \text{ Kw} \\ &= 1,038 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kecepatan hisap udara (V)} &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{27,853}{6 \times 1,2} \\ &= 3,86 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Waktu hisap udara} &= \frac{A}{Q} \\ &= \frac{7,2}{27,853} \\ &= 0,258 \text{ jam} \\ &= 15 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kecepatan hisap resin} &= \text{pudara} \times \text{Vudara} : \rho_{\text{kompresor}} \times \text{Vkompresor} \\ &= 1176 \times 3,86 : 1200 \times \text{Vkompresor} \\ &= 3,7828 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan daya hisap yang telah direncanakan dengan spesifikasi motor power sebesar 3 HP, piston stroke 60 mm, piston diameter 80 mm dapat digunakan untuk rancang bangun penggabungan antara kompresi dan vakum untuk laminasi kapal fiber karena pada umumnya pompa vakum memiliki spesifikasi $20m^3 / \text{jam}$.

3.2 Proses Pengujian Kompresor



Gambar 1. Triplek yang Telah Dibentuk Menjadi Section.

Pada langkah awal ialah mempersiapkan cetakan yang berbahan triplek dengan tebal 3 mm untuk kulit cetakan dan 6mm untuk penguat atau *section*. Sepeti gambar 1 dapat dilihat triplek yang telah dibentuk menjadi penguat atau *section*. Kemudian dari potongan potongan tersebut difabrikasi sehingga siap untuk digunakan sebagai cetakan.



Gambar 2. Matt, WR, dan Peel ply Disusun Diatas Cetakan

Langkah berikutnya adalah melakukan penyusunan bahan – bahan laminasi seperti matt, wr, peel ply, flow media, spiral tube, flow tube, infusion tube, sealant tape, dan yang terakhir adalah vacuum bag. Seperti pada gambar 2 dapat dilihat bahan bahan untuk laminasi kapal fiber telah disusun dicetakan yang telah disiapkan. Pada langkah ini pastikan susunan bahan – bahan tersebut sesuai dengan urutannya. Dan saat perekatan antara vacuum bag dan sealant tape dipastikan benar – benar merekat dengan baik karena apabila ada celah sedikit akan terjadi kebocoran yang mengakibatkan saat proses pemvakuman tidak maksimal dan hasil laminasi nanti tidak sempurna.



Gambar 3. Fabrikasi kompresor

Pada tahap ini melakukan fabrikasi kompresor dengan kepala kompresor yang telah dilakukan perhitungan kebutuhan daya hisap yang dibutuhkan untuk kompresor agar dapat digunakan proses vacuum insfusion. Dan pemasangan selang – selang pada kompresor menuju ke tabung reservoir dahulu kemudian dari tabung reservoir selang dihubungkan ke infusion tube pada cetakan, seperti pada gambar 3. Fungsi tabung reservoir sendiri adalah sebagai tempat penampungan resin apabila terdapat resin yang berlebih dari cetakan agar tidak langsung masuk ke kompresor. Karena hal tersebut dapat menyebabkankerusakan.

Fungsi utama kompresor yang seharusnya adalah mengkompresi udara bebas namun pada penelitian ini fungsi kompresor diubah menjadi vakum, dimana memanfaatkan kinerja hisap yang dimiliki kompresor. Karena setiap galangan kapal pasti memiliki kompresor sebagai alat bantu pada proses pembuatan kapal. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk membuktikan apakah kompresor dapat digunakan sebagai vakum untuk proses vacuum infusion pada laminasi kapal fiber.



Gambar 4. Tekanan yang diperoleh

Pada saat proses pengujian berlangsung membuktikan bahwa kompresor dapat digunakan untuk proses vacuum infusion pada laminasi kapal fiber. Pengujian ini dinyatakan berhasil dikarenakan kompresor dapat melakukan vakum atau hisap pada udara yang terdapat pada cetakan. Namun pada saat proses vakum berlangsung katup tangki udara dibiarkan terbuka agar udara yang dihasilkan pada poses pemvakuman tidak tersimpan di dalam tangki. Dan tekanan yang dihasilkan kompresor saat poses vacuum infusion ialah sebesar – 23 inHg atau sebesar – 0,7 bar, dapat dilihat pada gambar 4. Dari tekanan yang diperoleh maka kompresor yang digunakan dapat memenuhi kebutuhan pada proses pemvakuman karena kurang dari 1 bar.

4. KESIMPULAN

- a. Memanfaatkan daya hisap kompresor digunakan untuk vacuum dan daya tiup kompresor digunakan untuk kompresi. Selang yang digunakan untuk vakum di pasang di saluran hisap, ujung selang yang lain dipasang pada tabung reservoir. Dan selang yang lain dipasang di bagian saluran tabung reservoir yang lain dan dihubungkan pada selang di cetakan. Fungsi dari reservoir sendiri adalah apabila terdapat kelebihan resin dapat ditampung pada tabung reservoir terlebih dahulu, agar tidak masuk ke kepala kompresor. Karena hal tersebut dapat merusak kinerja kompresor.

- b. Pada penelitian tugas akhir ini memperoleh tekanan sebesar – 23 inHg atau setara dengan – 0,7 bar saat melakukan proses vacuum infusion dengan menggunakan kompresor. Semakin kecil tekanan vakum yang diperoleh maka laju aliran resin akan semakin kecil sehingga resin mampu mengisi seluruh ruang cetakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhaffis, Firman. (2017). Implementasi Serat Karbon/Epoksi Untuk Drive Shaft Pada Kendaraan Pengerak Roda Belakang. **Tesis-TM 142501**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Asrikin. (2011). Karakteristik Fatigue Dan Analisa Mikroskopis Pada Mekanisme Kegagalan Material Komposit Fiber Glass – Epoxy Untuk Material Struktur Sudu Turbin Angin. **Skripsi**, Universitas Indonesia, Depok.
- [3] Atmanegara, Rengga Eka Putra. (2016). Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan 30GT Konstruksi FRP Menggunakan Metode Laminasi Vacuum Infusion. **Tugas Akhir**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Chrismianto, deddy dkk. (2014). Pengaruh Variasi Bentuk Hull Kapal Catamaran Terhadap Besar Hambatan Total Menggunakan CFD. **Jurnal Kapal**, Vol.11, No. 2. Universitas Diponegoro.
- [5] Effendy, Junaedy. (2010). Analisa Teknis Perencanaan Kapal Patroli Cepat Dengan Bentuk Hull Katamaran. **Skripsi**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- [6] Febriyanto, S. (2011). Penggunaan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion Pada Bahan Uji Komposit Sanwidch Untuk Aplikasi Kapal Bersayap Wise 8. **Skripsi**, Universitas Indonesia, Depok.
- [7] Irawan, Dwi. (2016). Penggunaan Alat Kompresor Pada Motor Bakar Torak Sebagai Fungsi Tambahan Kendaraan Roda Dua. **Jurnal**, Universitas Muhammadiyah, Metro.
- [8] Ikhsan, Muhammad. (2016). Analisa Kebutuhan Material Kapal 3 GT Untuk Galangan Kapal Multifungsi. **Jurnal Kapal**, Vol.13, No.3, Politeknik Negeri Bengkalis.
- [9] Lestari, Andi Tri. (2010). Pembuatan Alat Praktikum Perawatan Kompresor Torak Ganda. **Proyek Akhir**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [10] Lubis, Yasir Afai dan Bambang Daryanto Wonoyudo. (2014). Karakteristik Getaran dan Efisiensi Kompresor Torak Akibat Perubahan Pada Valve Seat Sisi Discharge. **Jurnal Teknik Pomits**, Vol.3, No1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Muchtiwibowo, Parlindungan Manik dan Sarjito Jokosisworo. (2016). Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Material Komposit Sandwich Dengan Metode Vacuum Infusion Sebagai Material Kapal. **Jurnal Teknik Perkapalan**, Vol.4, No.1, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [12] Nugroho, Ari Purwanto. (2012). Optimasi Tata Letak Area Produksi Galangan Kapal Fiberglass. **Tugas Akhir**, Universitas Indonesia, Depok.
- [13] Rizky, Andes. (2010). Evaluasi Penggunaan Metode VARI (Vacuum Assisted Resin Infusion) Pada Komposit Epoxy-E Glass Dan Karakterisasi Mikro Untuk Aplikasi Sudu Turbin Angin. **Skripsi**, Universitas Indonesia, Depok.
- [14] Sabastian, Bondan Al Akbar. (2017). Perencanaan Sistem Penggerak Kapal Katamaran Dengan Variasi Jarak Demihull Sebagai Kapal Rumah Sakit. **Skripsi**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [15] Salamun, BibitAhmat. (2017). Perancangan dan Pembuatan Alat Vacuum Infusion. **Tugas Akhir**, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- [16] Sularso dan Haruo Tahara. (2004). **Pompa dan Kompresor**. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [17] Putra, Gery Liston. (2012). Perancangan Galangan Kapal Boat Sistem Vacuum Infusion. **Skripsi**, Universitas Indonesia, Depok.