

## OPTIMASI PARAMETER PROSES *VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION* TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT *POLYESTER FIBER GLASS*

Dani Arief Bahtiar Tri Setiaji<sup>1</sup>, Hari Arbiantara B<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: hariarbi@yahoo.com

### ABSTRACT

*Vacuum assisted resin infusion is a method which was used to manufacture composite review. The method of vacuum assisted resin infusion (VARI) method using inversely proportional to non-vacuum methods. Requires singer method air-room safe hearts printing. VARI process can be reducing the effects of fouling that much happens on as non vacuum processes which raises less than optimal properties of composite materials. Problems That study is to determine review process parameter optimization of vacuum assisted resin infusion against physical and mechanical properties of composite polyester fiber glass. Knowing the influence of vacuum pressure treatment and hardening of composite processing time in the manufacturing process of composite with VARI method in the physical and mechanical testing of surface roughness, tensile and impact. Variations were used that vacuum pressure of 0.2; 0.5; 1.0 bar and a hardening of composite 2 hours; 4 hours; 6 hours. From the research VARI composite manufacturing method, surface roughness values obtained, the tensile strength and the best impact occurs at various pressure of 0.2 bar and a time of 2 hours hardening composite has a value of 0.498  $\mu\text{m}$  surface roughness, the value of 27.344 MPa tensile test and impact test values 47.859 J / mm<sup>2</sup>.*

*Keywords: Vacuum Assisted Resin Infusion , Surface Roughness , Tensile Strength and Impact Strength*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi bahan dewasa ini semakin pesat. Hal ini banyak didorong oleh kebutuhan akan bahan yang dapat memenuhi karakteristik tertentu yang dikehendaki. Salah satu hasilnya adalah bahan komposit polimer. Kemampuan untuk mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, baik dalam segi kekuatan, maupun bentuknya dan keunggulannya dalam rasio kekuatan terhadap berat, mendorong penggunaan komposit polimer sebagai bahan pengganti material logam konvensional pada berbagai produk.[1].

Komposit merupakan material alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam industri manufaktur yang memiliki sifat-sifat istimewa yang sulit didapat dari logam. Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas, tidak hanya sebagai panel di bidang transportasi tetapi juga merambah pada bidang lainnya seperti *property* dan arsitektur. Hal ini dikarenakan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan.[2]

Beberapa metode pembuatan polimer komposit telah dikembangkan, salah satunya adalah *vacuum assisted resin infusion*. Metode *vacuum assisted resin infusion* (VARI) menggunakan metode yang berbanding terbalik dengan metode *non vacuum*.

Metode ini membutuhkan ruang kedap udara dalam pencetakannya. Proses VARI dapat mengurangi efek pengotoran yang banyak terjadi pada proses *non vacuum* seperti yang menimbulkan kurang optimalnya sifat material komposit[3].

Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan Febriyanto [4], di peroleh nilai kekuatan tarik sebesar 28,18 MPa dengan tekanan *vacuum* sebesar 1,0 bar selama 8 jam pada suhu ruang dan penelitian yang dilakukan oleh Rizky [5], di peroleh nilai kekuatan tarik 30,36 MPa dengan tekanan *vacuum* sebesar 0,2 bar selama 6 jam pada suhu ruang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan tekanan *vacuum* pada proses pembuatan komposit dan waktu pada proses pengerasan komposit metode VARI dengan *matrik polyester* berpenguat serat *fiber glass* terhadap pengujian kekasaran permukaan, kekuatan tarik dan *impact* pada benda uji. Penelitian ini diharapkan mampu mengoptimalkan waktu pengerasan komposit dan tekanan pada proses VARI untuk mendapatkan kekuatan yang tinggi dan kekasaran permukaan yang rendah.

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji dengan menambahkan beberapa perlakuan variasi tekanan *vacuum* dan

waktu pengerasan komposit metode *vacuum assisted resin infussion* (VARI), sehingga akan didapatkan data besarnya kekuatan tarik, *impact* dan kekasaran permukaan setiap penambahan variabel yang diujikan.

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah *polyester* merk YUKALAC BTQN EX-157, Serat *mat fiber glass* 300, Bahan cetakan gipsium, Lilin (malam), Isolasi, *Waxco*, Dempul.

Variabel bebas dari penelitian ini yaitu variasi tekanan *vacuum* 1,0; 0,5 dan 0,2 (bar) dan waktu pengerasan komposit pada proses VARI selama 2 jam; 4 jam dan 6 jam. sedangkan variabel terikatnya yaitu kekuatan tarik, *impact* dan kekasaran permukaan pada benda uji setelah proses pembuatan komposit dengan metode VARI.

Pada penelitian ini, pertama memasang instalasi VARI dengan mempersiapkan cetakan yang terbuat dari gipsium kemudian memasang selang saluran yang menghubungkan *resin bucket*, *inlet*, *outlet*, cetakan dan *vacuum pump*. Setelah instalasi terpasang menghidupkan *vacuum pump* dan menyesuaikan tekanan pada variasi yang ditentukan sebesar 1,0; 0,5 dan 0,2 (bar) menggunakan katup kontrol, dengan waktu pengerasan komposit pada proses VARI selama 2 jam; 4 jam dan 6 jam. Untuk menguji *vacuum chamber*, pada proses VARI menutup katup *outlet* dan mematikan pompa *vacuum* untuk sementara sampai tekanan stabil.

Proses selanjutnya yaitu pengisian *resin bucket* dengan *resin*. Menghidupkan pompa *vacuum*, membuka saluran *inlet* dan katup *outlet*, sehingga *resin* mengalir memasuki cetakan. Saluran *inlet* dan katup *outlet* ditutup supaya tidak ada udara luar yang masuk kedalam cetakan. Kemudian pengujian kekasaran dengan menggunakan alat *TR220 Portable roughness Tester*. Uji tarik sampel dengan menggunakan mesin uji tarik ESSOM TM 113 30 kN dan penguian *impact* menggunakan mesin uji *impact charphy*.

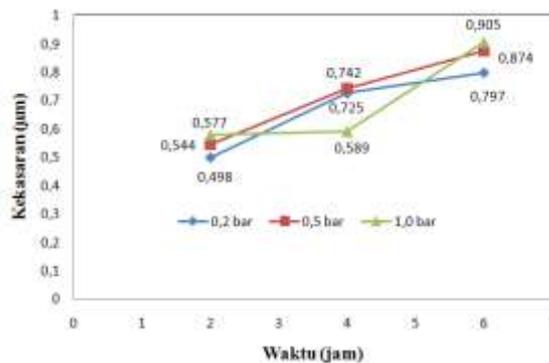
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Hasil Pengujian kekasaran permukaan pada pembuatan komposit metode VARI menggunakan *TR220 Portable Roughness Tester* dengan *Cut off Length* (panjang jelajah *Pick Up*) 0,8 mm dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Variasi Tekanan Vacuum	Variasi Waktu	Pengulangan Kekasaran Permukaan (µm)					Rata rata
		1	2	3	4	5	
0,2	2 jam	0,417	0,521	0,400	0,505	0,645	<b>0,498</b>
	4 jam	0,737	0,758	0,811	0,725	0,596	<b>0,725</b>
	6 jam	0,805	0,842	0,771	0,778	0,790	<b>0,797</b>
0,5	2 jam	0,461	0,591	0,497	0,562	0,609	<b>0,544</b>
	4 jam	0,755	0,848	0,855	0,694	0,555	<b>0,742</b>
	6 jam	0,869	0,885	0,893	0,846	0,878	<b>0,874</b>
1,0	2 jam	0,527	0,628	0,493	0,521	0,715	<b>0,577</b>
	4 jam	0,651	0,514	0,606	0,581	0,592	<b>0,589</b>
	6 jam	0,905	0,930	0,950	0,881	0,858	<b>0,905</b>



Gambar 1. Pengaruh tekanan dan waktu pengerasan terhadap kekasaran permukaan.

Gambar 1. menunjukkan hubungan antara tekanan dan waktu pengerasan komposit terhadap nilai kekasaran permukaan. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat kekasaran tertinggi terjadi pada waktu pengerasan 6 jam pada tekanan 1,0 bar dengan nilai kekasaran permukaan sebesar (Ra) 0,905 µm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah terjadi pada waktu pengerasan 2 jam pada tekanan 0,2 bar dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 0,498 µm.

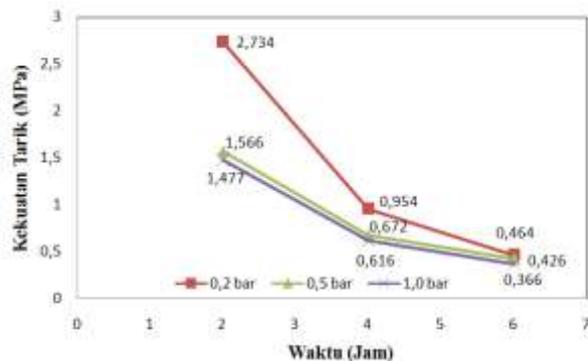
Data dari Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa tekanan dan waktu pengerasan komposit memberikan pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Hal ini dapat dilihat dari grafik setiap kenaikan tekanan dan waktu pengerasan menurunkan nilai kekasaran permukaan. Hal ini disebabkan semakin kecil tekanan *vacuum*, aliran pengisi untuk memenuhi ruang lebih stabil. Kondisi aliran yang stabil akan menyebabkan pengisi mengalir secara merata untuk memenuhi ruang sehingga kekasaran permukaan akan menjadi lebih rendah [6].

### Hasil Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik pada pembuatan komposit metode VARI menggunakan *Universal Machine Testing* Merk ESSOM TM 113 30 kN dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik

Variasi Tekanan Vacuum	Variasi Waktu	Pengulangan Pengujian Tarik (MPa)					Rata rata
		1	2	3	4	5	
0,2	2 jam	31,520	28,000	27,760	25,600	23,840	<b>27,344</b>
	4 jam	9,840	9,600	8,800	9,760	9,680	<b>9,536</b>
	6 jam	5,760	4,880	4,800	4,160	3,600	<b>4,600</b>
0,5	2 jam	22,640	22,40	11,440	11,040	10,800	<b>15,664</b>
	4 jam	8,800	8,960	6,400	5,840	5,600	<b>6,720</b>
	6 jam	4,800	4,640	4,400	4,160	3,200	<b>4,256</b>
1,0	2 jam	16,800	14,560	12,000	13,040	13,440	<b>14,768</b>
	4 jam	6,320	5,840	6,480	5,920	6,240	<b>6,160</b>
	6 jam	4,400	4,240	3,920	2,960	2,800	<b>3,664</b>



Gambar 2. Pengaruh tekanan dan waktu pengerasan terhadap kekuatan tarik.

Gambar 2. menunjukkan hubungan antara tekanan dan waktu pengerasan komposit terhadap nilai kekuatan tarik. Hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi terjadi pada waktu pengerasan 2 jam pada tekanan 0,2 bar dengan nilai uji tarik sebesar 27,344 MPa. Sedangkan nilai uji tarik terendah terjadi pada waktu pengerasan 6 jam pada tekanan 1,0 bar dengan nilai uji tarik sebesar 3,664 MPa.

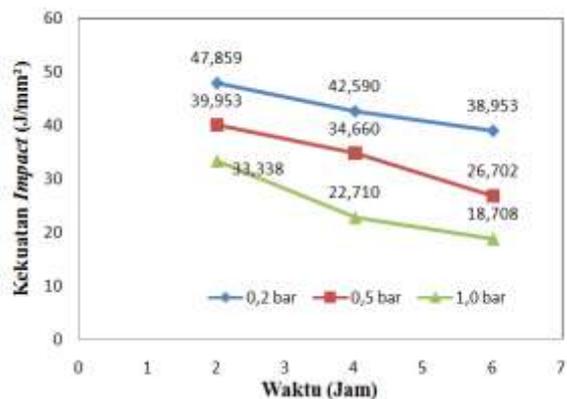
Data dari Gambar 2. diatas menunjukkan bahwa tekanan *vacuum* dan waktu pengerasan komposit memberikan pengaruh terhadap nilai uji tarik. Hal ini dapat dilihat dari grafik setiap kenaikan tekanan dan waktu pengerasan komposit menurunkan nilai uji tarik. Semakin kecil tekanan *vacuum*, aliran pengisi untuk memenuhi ruang lebih stabil. Kondisi aliran yang stabil akan menyebabkan pengisi mengalir secara merata untuk memenuhi ruang sehingga kerapatan pengisi terjaga. Waktu pengerasan komposit yang semakin lama akan membuat kekuatan mekanik komposit semakin menurun [7].

### Hasil Pengujian Impact

Hasil pengujian *impact* dari pembuatan komposit metode VARI menggunakan *Universal* Mesin Uji *impact Charpy* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian *Impact*

Variasi Tekanan Vacuum	Variasi Waktu	Pengulangan Pengujian Impact (J/mm <sup>2</sup> )					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
0,2	2 jam	46,550	33,319	46,550	39,957	53,319	47,859
	4 jam	46,550	39,957	46,550	33,342	46,550	42,590
	6 jam	46,550	39,957	39,957	39,957	39,957	38,626
0,5	2 jam	39,957	39,957	46,550	39,957	33,342	39,953
	4 jam	33,342	33,342	39,957	26,706	39,957	34,660
	6 jam	26,706	26,706	33,342	20,052	26,706	26,702
1,0	2 jam	39,957	33,342	33,342	33,342	26,706	33,338
	4 jam	26,706	20,052	26,706	26,706	13,381	22,710
	6 jam	6,895	13,382	26,706	26,706	20,052	18,708



Gambar 3. Pengaruh tekanan dan waktu pengerasan terhadap kekuatan *impact*

Gambar 3. menunjukkan hubungan antara tekanan dan waktu pengerasan komposit terhadap nilai kekuatan *impact*. Hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan *impact* tertinggi terjadi pada waktu pengerasan 2 jam pada tekanan 0,2 bar dengan nilai uji *impact* sebesar 47,859 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai uji *impact* terendah terjadi pada waktu pengerasan 6 jam pada tekanan 1,0 bar dengan nilai uji *impact* sebesar 18,708 J/mm<sup>2</sup>.

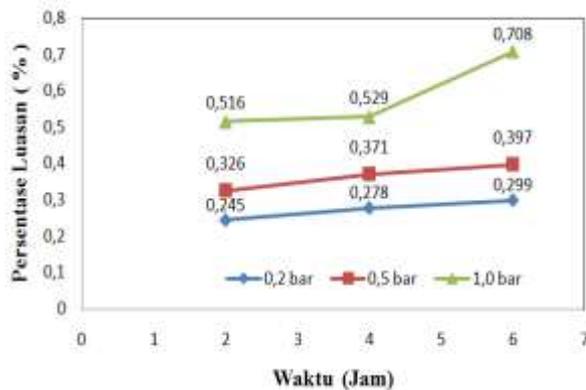
Data dari gambar 3 diatas menunjukkan bahwa tekanan dan waktu pengerasan komposit memberikan pengaruh terhadap nilai uji *impact*. Dapat dilihat dari grafik setiap kenaikan tekanan dan waktu pengerasan menurunkan nilai uji *impact*. Pengaruh variasi tekanan dan waktu pengerasan pada kekuatan *impact* sebanding dengan hasil dari kekuatan tarik. Semakin kecil tekanan *vacuum* dan semakin cepat waktu pengerasan komposit, meningkatkan kemampuan komposit dalam menahan beban *impact* juga meningkat [8].

### Hasil Perhitungan Presentase Luasan Void

Hasil perhitungan uji makro terhadap presentase nilai luasan *void* dari pembuatan komposit metode VARI menggunakan program *AutoCAD 2008* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Presentase Nilai Luasan *Void*

Variasi Tekanan Vacuum	Variasi Waktu	Luas permukaan spesimen (mm <sup>2</sup> )	Presentase Luasan void (%)
0,2 bar	2 jam	3750	0,245
	4 jam	3750	0,278
	6 jam	3750	0,299
0,5 bar	2 jam	3750	0,326
	4 jam	3750	0,371
	6 jam	3750	0,397
1,0 bar	2 jam	3750	0,516
	4 jam	3750	0,529
	6 jam	3750	0,708



Gambar 4. Pengaruh tekanan dan waktu pengerasan terhadap presentase nilai void.

Gambar 4. menunjukkan hubungan antara tekanan dan waktu pengerasan komposit terhadap presentase luasan void. Hasilnya menunjukkan bahwa presentase luasan void terendah terjadi pada waktu pengerasan 2 jam pada tekanan 0,2 bar dengan presentase luasan void sebesar 0,245%. Sedangkan presentase luasan void tertinggi terjadi pada waktu pengerasan 6 jam pada tekanan 1,0 bar dengan presentase luasan void sebesar 0,708%. di lihat dari grafik setiap kenaikan tekanan dan waktu pengerasan komposit menaikkan presentase luasan void. Dari pembahasan sebelumnya pada tekanan vacuum yang paling tinggi dan waktu pengerasan yang semakin lama, menghasilkan nilai kekasaran yang semakin tinggi. kekasaran permukaan yang semakin tinggi akan mengakibatkan luasan void yang semakin banyak [9].

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kekasaran permukaan, pengujian tarik dan pengujian *impact* di peroleh pengaruh tekanan vacuum pada proses VARI yaitu, semakin rendah tekanan vacuum yang digunakan maka menurunkan sifat fisik (semakin halus) komposit dan meningkatkan sifat mekanik komposit. Hasil yang didapat pada variasi tekanan yang dilakukan: tekanan vacuum 0,2 bar menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,498  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 27,344 MPa dan nilai kekuatan *impact* 47,859  $\text{J}/\text{mm}^2$ , tekanan vacuum 0,5 bar menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,544  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 15,664 MPa dan nilai kekuatan *impact* 39,953  $\text{J}/\text{mm}^2$  dan tekanan vacuum 1,0 bar menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,577  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 14,768 MPa dan nilai kekuatan *impact* 33,338  $\text{J}/\text{mm}^2$ .
2. Dari hasil pengujian kekasaran permukaan, pengujian tarik dan pengujian *impact* di peroleh pengaruh pengerasan komposit pada proses VARI yaitu, semakin cepat proses pengerasan komposit yang dilakukan maka menurunkan sifat fisik (semakin halus) komposit dan meningkatkan sifat mekanik komposit. Hasil yang didapat pada variasi pengerasan komposit yang dilakukan: waktu

pengerasan komposit selama 2 jam menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,498  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 27,344 MPa dan nilai kekuatan *impact* 47,859  $\text{J}/\text{mm}^2$ , waktu pengerasan komposit selama 4 jam menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,544  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 15,664 MPa dan nilai kekuatan *impact* 39,953  $\text{J}/\text{mm}^2$  dan waktu pengerasan komposit selama 6 jam menghasilkan nilai kekasaran permukaan 0,577  $\mu\text{m}$ , nilai kekuatan tarik 14,768 MPa dan nilai kekuatan *impact* 33,338  $\text{J}/\text{mm}^2$ .

## SARAN

1. Perlu dilakukan lebih lanjut penelitian mengenai variasi parameter fabrikasi pada proses VARI misalnya penambahan suhu pada proses pengerasan komposit.
2. Perlu dilakukan penelitian metode VARI lainnya, yaitu dengan membandingkan antara dua metode VARI *interlaminar infusion* dan *surface infusion*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abanat, J. D. J., Purnowidodo A. dan Irawan Y. S. (2012). *Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (Corypha Utan Lamark) Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Pada Komposit Bermatrik Epoksi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Alian, H. (2011). *Pengaruh Variasi Fraksi Volume Semen Putih Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Komposit Glass Fiber Reinforce Plastic (GFRP) Berpenguat Serat E-Glass Chop Starnd Mat dan Matriks Resin Polyester* Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [3] Asrikin. (2011). *Karakterisasi Fatigue dan Analisa Mikroskopis pada Mekanisme Kegagalan Material Komposit Fiber Glass-Epoxy untuk Material Struktur Sudu Turbin Angin*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [4] Febriyanto, S. (2011). *Penggunaan Metode Vacuum Assisted Resin Infusion Pada Bahan Uji Komposit Sandwich untuk aplikasi kapal bersayap wise-8* Depok : Universitas Indonesia.
- [5] Rizky, A. (2010). *Evaluasi Penggunaan Metode VARI (Vacuum Assisted Resin Infusion) pada Komposit Epoxy-E Glass dan Karakterisasi Mikro Untuk Aplikasi Sudu Turbin Angin*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [6] Wisojodharmo, L. A. and Roseno S. (2012). *The Use Vacuum Assisted Resin Infusion Process on the Manufacturing of Wind Blade Composites*. Jakarta : Agency for the Assesment and Application of Technology (BPPT)
- [7] Utomo, A. W., Argo, B. D. dan Hermanto M.B. (2013). *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (Alove Vera)-Kitosan*. Malang : Universitas Brawijaya..

- [8] Diharjo, K., Elharomy, I. dan Purwanto, A. (2014). *Pengaruh Fraksi Volume Filler Terhadap Kekuatan Bending dan Ketangguhan Impak Komposit Nanosilika-Phenolic*. Semarang : Universitas Sebelas Maret.
- [9] Bramantyo. (2008). *Karakteristik Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (Hibiscus Tiliaceus) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester*. Malang: Universitas Brawijaya.