

**PENGARUH PENGGUNAAN *PARALLEL VACUUM* PADA PROSES  
RESIN *INFUSION* TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PROSES  
PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT ALAMI**

**SKRIPSI**

**TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ADDIN SUBARCAH  
NIM. 135060201111086**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PENGGUNAAN *PARALLEL VACUUM* PADA PROSES  
RESIN *INFUSION* TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PROSES  
PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT ALAMI**

**SKRIPSI**

**TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ADDIN SUBARCAH**

**NIM. 135060201111086**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada  
tanggal 19 Januari 2018

Dosen Pembimbing I

a.n.

Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M.Eng.  
NIP. 19731124 199802 1 001

Dosen Pembimbing II

Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 201411 841123 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1



Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.  
NIP. 19750802 199903 2 002

## JUDUL SKRIPSI:

Pengaruh Penggunaan *Parallel Vacuum* pada Proses Resin *Infusion* Terhadap Kekuatan Tarik pada Proses Pembuatan Komposit dari Serat Alami

Nama Mahasiswa : Addin Subarkah  
NIM : 135060201111086  
Program Studi : Teknik Mesin  
Minat : Teknik Produksi

## KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M.Eng.  
Pembimbing II : Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D.

## TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.  
Dosen Penguji 2 : Ir. Suharto, MT.  
Dosen Penguji 3 : Dr. Femiana Gapsari, ST., MT.

Tanggal Ujian : 17 Januari 2018  
SK Penguji : 144/UN10.F07/SK/2018

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak pernah terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Januari 2018

Mahasiswa,



Addin Subarkah

NIM. 135060201111086



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM SARJANA**



## **SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

Nomor : 039/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

**ADDIN SUBARKAH**

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH PENGGUNAAN PARALLEL VACUUM PADA PROSES RESIN INFUSION  
TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT DARI SERAT  
ALAMI**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal

31 JANUARI 2018



Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Dr. Husein B. Darmadi, MT., Ph.D**

NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

**Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.**

NIP. 19750802 199903 2 002

*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada:  
Ayahanda, Ibunda, dan Keluarga Besar Yang Tercinta.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan hidayahnya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan *Parallel Vacuum* pada Proses Resin *Infusion* Terhadap Kekuatan Tarik pada Proses Pembuatan Komposit dari Serat Alami”**, yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini, Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang telah memberi do'a, dukungan yang luar biasa, semangat tak terhingga, dan segala yang terbaik untuk penulis.
2. Keluarga besar yang telah memberi do'a serta motivasi tiada henti dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D., selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc., selaku ketua Kelompok Konsentrasi Teknik Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Bapak Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, masukan, saran serta bimbingan selama penulisan skripsi ini.
7. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan saran yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini.
8. Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin.
9. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Universitas Brawijaya yang telah secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Saudara-saudaraku M13 yang selalu memberikan dukungan pada penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna baik dari isi maupun format penulisan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar kedepannya menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini

dapat memberikan manfaat bagi pembaca, memunculkan ide baru dan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Januari 2018

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Material Komposit.....	6
2.2.1 Pengertian Komposit.....	6
2.2.2 Klasifikasi Komposit.....	10
2.3 Serat Alam.....	12
2.3.1 Deskripsi Pohon Waru .....	12
2.4 Polimer dan Polimerisasi .....	13
2.5 Matrik .....	15
2.5.1 Epoksi.....	15
2.5.2 Ripoxy .....	16
2.5.3 Polyester BTQN 157 .....	17
2.5.4 Bisphenol.....	17
2.6 Metode Manufaktur Komposit .....	18
2.6.1 Proses Cetakan Terbuka/ <i>Open-Mold Process</i> .....	18
2.6.2 Proses Cetakan Tertutup/ <i>Closed Mold Process</i> .....	21
2.7 Pengertian Pompa.....	23
2.7.1 Karakteristik Instalasi Pompa Seri dan Paralel.....	23

2.7.2 Pengertian Kavitasasi .....	24
2.8 Uji Tarik .....	25
2.8.1 Hubungan Tegangan dan Regangan .....	25
2.8.2 Hubungan Elastisitas dan Plastisitas .....	28
2.9 Hipotesis.....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Metodologi Penelitian .....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.3 Variabel Penelitian .....	31
3.3.1 Variabel Bebas .....	31
3.3.2 Variabel Terikat .....	31
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	31
3.4 Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	32
3.4.1 Bahan.....	32
3.4.2 Alat .....	34
3.5 Uji Tarik Komposit .....	38
3.6 Proses Pelaksanaan.....	39
3.6.1 Proses Perendaman Alkalisasi.....	39
3.6.2 Proses <i>Vacuum Infusion Resin</i> .....	40
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	42
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	43
4.2 Foto Permukaan Produk Komposit <i>Parallel Vacuum</i> .....	43
4.3 Analisa Patahan Komposit dengan Metode <i>Parallel Vacuum</i> .....	49
4.3.1 Analisa Patahan Matrik <i>Epoxy</i> .....	51
4.3.2 Analisa Patahan Matrik <i>Polyester</i> .....	52
4.3.3 Analisa Patahan Matrik Bisphenol.....	54
4.3.4 Analisa Patahan Matrik <i>Ripoxy</i> .....	55
4.3.5 Data Hasil Pengujian Tarik Komposit dengan Metode <i>Parallel Vacuum</i> .....	57
4.4 Perbandingan Kekuatan Tarik Metode <i>Parallel Vacuum</i> dengan <i>Single Vacuum</i> .....	58
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	61

5.2 Saran .....61

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Spesifikasi Resin <i>Epoxy</i> .....	16
Tabel 2.2	Spesifikasi Hardener <i>Epoxy</i> .....	16
Tabel 2.3	Spesifikasi Resin <i>Epoxy</i> .....	16
Tabel 2.5	Spesifikasi Resin <i>Poliester Yukalac BTQN 157</i> .....	17
Tabel 3.1	Ukuran Spesimen Uji Tarik ASTM D638-03.....	39
Tabel 4.1	Perhitungan Persentase <i>Void</i> Matrik <i>Epoxy</i> .....	45
Tabel 4.2	Perhitungan Persentase <i>Void</i> Matrik <i>Polyester</i> .....	46
Tabel 4.3	Perhitungan Persentase <i>Void</i> Matrik <i>Bisphenol</i> .....	47
Tabel 4.4	Perhitungan Persentase <i>Void</i> Matrik <i>Ripoxy</i> .....	48

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi komposit secara umum .....	7
Gambar 2.2	Susunan serat acak (kanan) dan teratur (kiri) .....	10
Gambar 2.3	Skema penyusunan serat (a) Serat berturut, (b) Serat terputus, (c) Serat acak terputus .....	11
Gambar 2.4	Komposit laminat ( <i>laminated composite</i> ).....	11
Gambar 2.5	Komposit partikel.....	12
Gambar 2.6	Klasifikasi serat alam.....	12
Gambar 2.7	Batang pohon waru .....	13
Gambar 2.8	Struktur monomer etilen dan polietilen .....	14
Gambar 2.9	Polimerisasi kondensasi pada ikatan amida.....	15
Gambar 2.10	Struktur kimia resin epoksi A dan B .....	15
Gambar 2.11	Struktur kimia resin ripoksi .....	16
Gambar 2.12	Struktur kimia resin <i>polyester</i> .....	17
Gambar 2.13	Kondensasi bisfenol A.....	18
Gambar 2.14	<i>Hand lay up</i> .....	19
Gambar 2.15	<i>Vacuum bag</i> .....	19
Gambar 2.16	<i>Pressure bag</i> .....	20
Gambar 2.17	<i>Spray up</i> .....	20
Gambar 2.18	<i>Filament winding</i> .....	21
Gambar 2.19	<i>Compression molding</i> .....	21
Gambar 2.20	<i>Injection molding</i> .....	22
Gambar 2.21	<i>Continuous pultrusion</i> .....	22
Gambar 2.22	<i>Resin transfer molding</i> .....	23
Gambar 2.23	Operasi seri dari pompa dengan karakteristik berbeda .....	24
Gambar 2.24	Operasi <i>parallel</i> dari pompa dengan karakteristik berbeda .....	24
Gambar 2.25	Hubungan tegangan dengan regangan .....	26
Gambar 2.26	Metode <i>offset</i> .....	27
Gambar 2.27	Hubungan tegangan regangan rekayasa dan sejati.....	28
Gambar 3.1	Resin dan katalis .....	32
Gambar 3.2	Serat kulit pohon waru .....	33
Gambar 3.3	Larutan alkali .....	33

Gambar 3.4	Mesin uji tarik.....	34
Gambar 3.5	Cetakan .....	34
Gambar 3.6	Timbangan digital .....	35
Gambar 3.7	<i>Sealent tape</i> .....	35
Gambar 3.8	<i>Peel ply</i> .....	36
Gambar 3.9	<i>Mesh</i> .....	36
Gambar 3.10	<i>Plastic bag</i> .....	37
Gambar 3.11	<i>Vacuum compressor</i> .....	37
Gambar 3.12	<i>Resin trap</i> .....	38
Gambar 3.13	Alas cetakan .....	38
Gambar 3.14	Dimensi specimen tarik berdasarkan ASTM D638-03 .....	39
Gambar 3.15	Proses <i>parallel vacuum infusion resin</i> .....	40
Gambar 3.16	Diagram alir penelitian .....	42
Gambar 4.1	Variasi metode manufaktur komposit terhadap <i>porosity</i> .....	43
Gambar 4.2	Foto makro permukaan produk komposit (a) <i>Epoxy</i> , (b) <i>Polyester</i> , (c) <i>Bisphenol</i> , (d) <i>Ripoxy</i> .....	44
Gambar 4.3	Perbandingan patahan tiap variasi komposit produk <i>parallel vacuum</i> .....	50
Gambar 4.4	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>epoxy parallel vacuum</i> .....	51
Gambar 4.5	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>epoxy single vacuum</i> .....	51
Gambar 4.6	Analisa <i>debonding</i> pada spesimen .....	52
Gambar 4.7	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>polyester parallel vacuum</i> .....	52
Gambar 4.8	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>polyester single vacuum</i> .....	53
Gambar 4.9	Analisa <i>debonding</i> pada spesimen .....	54
Gambar 4.10	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>bisphenol parallel vacuum</i> .....	54
Gambar 4.11	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>bisphenol single vacuum</i> .....	54
Gambar 4.12	Analisa <i>debonding</i> pada spesimen .....	55
Gambar 4.13	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>ripoxy parallel vacuum</i> .....	55
Gambar 4.14	Foto permukaan patahan spesimen matrik <i>ripoxy single vacuum</i> .....	56
Gambar 4.15	Analisa <i>debonding</i> pada spesimen .....	56
Gambar 4.16	Grafik kekuatan Tarik komposit dengan metode <i>parallel vacuum</i> .....	57
Gambar 4.17	Grafik perbandingan kekuatan tarik antara <i>parallel vacuum</i> dan <i>single vacuum process</i> .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Hasil Uji Tarik Serat Tunggal Perlakuan Alkali NaOH 6%
- Lampiran 2 Tabel Massa Serat, Resin, Komposit
- Lampiran 3 Fraksi Berat Resin Terhadap Komposit
- Lampiran 5 Diagram Fraksi Berat Serat Terhadap Resin
- Lampiran 6 Diagram Massa Serat, Resin, Komposit
- Lampiran 7 Grafik Tegangan Regangan Komposit Matrik Serat Waru
- Lampiran 8 Grafik Tegangan Regangan Uji Tarik Komposit Matrik *Epoxy*
- Lampiran 9 Grafik Tegangan Regangan Uji Tarik Komposit Matrik *Bisphenol*
- Lampiran 10 Grafik Tegangan Regangan Uji Tarik Komposit Matrik *Ripoxy*
- Lampiran 11 Grafik Tegangan Regangan Uji Tarik Komposit Matrik *Polyester*

## RINGKASAN

**Addin Subarkah**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, pengaruh penggunaan *parallel vacuum* pada proses resin *infusion* terhadap kekuatan tarik pada proses pembuatan komposit dari serat alami, Dosen Pembimbing: Sofyan Arief Setyabudi dan Teguh Dwi Widodo.

Saat ini ilmu pengetahuan tentang material kian berkembang, dikarenakan material yang homogen memiliki kekurangan dari segi produksi dan ekonomi. Komposit yang menjadi material jenis baru, berupa kombinasi dari dua material yang berbeda sebagai penyusunnya yang menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari dua material penyusun, namun sifat utama dari material pembentuknya masih ada. Pada komposit sendiri berkembang pula teknologi manufaktur atau pembuatan komposit itu sendiri, tuntutan dalam pengembangan proses manufaktur komposit tersebut membuat terciptanya beberapa terobosan dalam proses pembuatan komposit salah satunya adalah proses *parallel vacuum*.

Pada penelitian ini, uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari berbagai jenis komposit. Penelitian ini menggunakan metode *true experimental*, dengan ukuran spesimen tarik sesuai standar ASTM D638-03. Variabel bebas dari penelitian ini adalah jenis matrik yang di gunakan yaitu *polyester*, *epoxy*, *ripoxy*, *bisphenol*. Pembuatan spesimen komposit untuk uji tarik dilakukan dengan metode *parallel vacuum resin transfer molding*.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kekuatan tarik pada beberapa resin, penurunan presentase *debonding*, dan peningkatan debit dibandingkan metode pembuatan komposit sebelumnya yaitu *vacuum resin infusion*.

**Kata kunci:** *Bisphenol-A*, *Epoxy*, Kekuatan Tarik, Manufaktur komposit, *Parallel vacuum*, *Polyester*, *Resin transfer molding*, *Ripoxy*, Serat kulit pohon waru



## SUMMARY

**Addin Subarkah**, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, December 2017, the influence of parallel vacuum in resin infusion process on tensile strength of natural fiber composite manufacturing, Academic Supervisor: Sofyan Arief Setyabudi and Teguh Dwi Widodo.*

*Nowdays, the science of material undergoing a fast development. It happened because the homogenic material have a shortcoming in a production and economical aspect. Composite as a new kind of material, were made from a combination of two different kind of materials that bring about new property and characteristic, yet still hold the main properties of the combined materials. The big demand of composite materials also make a big demand in development of its manufacturing technology and process. One of the new breakthrough in composite manufacturing technology is parallel vacuum process.*

*In this research, tensile strength bench test were did to find out the tensile strength of several kind of composite materials, this research use true experimental method with tensile specimen using ASTM D638-03 standard. The free variable of this research is the metric used, such a polyester, epoxy, re epoxy, and bisphenol. Parallel vacuum resin transfer molding was used in the production of composite specimen used in the tensile strength bench test.*

*The Result of the research showing an increasment in tensile strength in some of the resin, meanwhile there was a debit increasment and a drop of debonding percentage compared to vacuum resin infusion, a previous method of composite manufacturing.*

**Keywords:** *Bisphenol-A, Composite manufacturing, Epoxy, Parallel vacuum, Polyester, Resin transfer molding, Ripoxy, Tensile strength, Waru leather fiber*