

## PENGARUH TEKANAN *VACUUM* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN LENTUR PADA BOKOMPOSIT SERAT PURUN TIKUS (*ELEOCHARIS DULCIS*)

Yusuf Rizal Fauzi<sup>1</sup>, Achmad As'ad Sonief<sup>2</sup>, Wahyono Suprpto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Politeknik Kotabaru, Jalan Raya Stagen KM 9,5. Banjarmasin, Kalimantan Selatan (72116) - Indonesia

<sup>2,3</sup>Teknik Mesin Universitas Brawijaya Indonesia, MT Haryono, 167 – Malang (65145) – Indonesia

Telp. (0518) 770-8070

Fax. (0518) 21-858

E-mail: yusuf.rizal91@yahoo.com

### Abstract

*Composite material made from polymer biocomposite material is becoming an alternative of the metal and is widely applied in the manufacturing industry. It is due to their corrosion resistance and high strength ratio of specific gravity. Natural fiber is used for a reinforcement in composites instead of synthetic fiber such as glass fiber because of its environmental friendly and widely available in nature. Meanwhile, the application of the natural fiber needs to be optimized. The method used to produce the composite is by isolating and vacuuming mold composite specimens (biocomposites) in a container (the media). It is used to reduce the pressure around, so the composite (biocomposite) is not directly contacted with the air. Then, the void in composite that can decrease the strength of the composite will not be formed. The matrix used in this study is 157 BTQN Polyester by using MEKPO with concentration of 1% as catalyst. The vacuum pressure used in this study are 6 cmHg, 26 cmHg, 46 cmHg and 76 cmHg (1 atm). This study includes of three steps, firstly, the specimen tested by using tensile and flexure testing, secondly, evaluated by using SEM, and thirdly, fracture observed by using macro photos. The results shown that there are significant effect of vacuum pressure level to the biocomposite tensile strength and flexural strength. Specimens with angular orientation 0/90/0/90 shows that the tensile strength of 54.7 MPa and bending strength of 243 MPa.*

**Keywords:** *vacuum, void, biocomposite, tensile strength, flexural strength*

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan material komposit semakin meningkat, seiring dengan pemakaian komposit mulai dari yang sederhana sampai ke bentuk yang rumit seperti alat-alat rumah tangga sampai sektor industri baik industri skala kecil maupun industri skala besar. Komposit mempunyai keunggulan material yang murah, berat jenisnya tinggi, sifat mekanik yang kuat dan tidak korosif, sehingga dapat menjadi bahan alternatif selain logam. Dibandingkan dengan bahan konvensional lain seperti polimer, epoxy dan sebagainya [1]. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi plastik pada beberapa tahun terakhir maka komposit bermatrik *polyester* mengalami perkembangan yang cukup pesat bahkan penggunaan material komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas yang tidak

hanya sebagai panel dibidang transportasi tetapi juga merambah pada bidang lainnya seperti properti dan arsitektur. Hal ini karena material komposit memiliki beberapa kelebihan seperti kekuatan yang baik dan ketahanan terhadap korosi [2].

Awalnya material penguat untuk komposit biasanya menggunakan serat sintetis (*Fiber Glass*) tapi dalam penggunaannya banyak menimbulkan masalah yang cukup serius bagi manusia, seperti iritasi pada mata, kulit, hidung bahkan masuk ke dalam paru-paru, maka mulai ditinggalkan oleh industri manufaktur dan cenderung menggunakan serat alam (*natural fiber*) karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan, disamping ketersediaan serat alam sangat melimpah dan pemanfaatannya sampai saat ini masih belum optimal. Contoh serat alam yang sering dimanfaatkan salah satunya adalah tumbuhan purun tikus [3]. Serat

yang digunakan sebagai material komposit sendiri terdiri dari tiga macam, yaitu serat alami, serat buatan, serat karbon. Serat alami yang berasal tumbuhan disebut juga *lignin-cellulose fiber*, karena dalam serat alami tersebut mengandung selulosa dan lignin. Selulosa berfungsi meningkatkan kekuatan serat, sedangkan lignin dapat meningkatkan ketangguhan dan melindungi serat sehingga dapat memberikan sifat mekanis yang baik [4]

Penelitian ini menggunakan serat purun tikus (*Eleocharis Dulcis*) (Gambar 1). Tumbuhan purun tikus (*eleocharis dulcis*) yang cukup melimpah di Propinsi Kalimantan Selatan. Data Dinas Perindustrian Perdagangan dan Penanaman Modal (Disperindag dan PM) Barito Kuala pada tahun 2010 persebaran jenis tumbuhan purun mencapai  $\pm 713$  Ha, meliputi purun danau  $\pm 641$  Ha dan purun tikus (*eleocharis dulcis*)  $\pm 72$  Ha. [5]. Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) merupakan salah satu material *natural fibre alternative*.



**Gambar 1.** Tumbuhan purun tikus

Matriks *polyester* merupakan bahan termoseting yang banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya murah, *resin* ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku dan fleksibel, tahan air, tahan cuaca dan bahan kimia [6]. *Polyester* dapat digunakan pada suhu kerja mencapai  $79^{\circ}\text{C}$  atau lebih tergantung partikel *resin* dan keperluannya. Keuntungan lain matriks *polyester* adalah mudah dikombinasikan dengan serat dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik. *Polyester* diperkuat *Fiberglass* (FRP) digunakan dalam pembuatan kapal, mobil,

bangunan panel, peralatan tahan korosi seperti pipa, tangki, saluran, perlengkapan dan bisnis peralatan, peralatan listrik, konstruksi produk seperti kisi dan pagar, peralatan olahraga dan produk konsumen yang hampir tak ada habisnya [7].

Material komposit merupakan material non logam yang saat ini semakin banyak digunakan mengingat kebutuhan material disamping memprioritaskan sifat mekanik juga dibutuhkan sifat lain yang lebih baik misalnya ringan, tahan korosi dan ramah lingkungan, dengan demikian pengembangan material berbasis alam saat ini sedang gencar diteliti, agar dapat menggantikan material yang umum digunakan seperti logam yang bersifat korosif dan relatif berat [8]. Komposit adalah suatu material yang terdiri dari campuran atau kombinasi dua atau lebih material baik secara mikro atau makro, dimana sifat material yang tersebut berbeda bentuk dan komposisi kimia dari zat asalnya.

Proses manufaktur biokomposit menggunakan metode laminat dalam kondisi *vacuum* dan memvariasikan tekanannya agar dikarenakan mendapatkan tekanan yang optimum dalam proses pembuatan komposit dimasa akan datang. Metode *vacuum* digunakan karena untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan mencegah terjadinya *void*, *void* dihindari dikarenakan menurunkan sifat mekanis dari komposit tersebut, sehingga aliran matriks untuk membasahi serat berjalan dengan baik dan udara yang terjebak dapat dikeluarkan karena adanya proses *vacuum*. [9] tentang penelitiannya menggunakan serat purun tikus (*Eleocharis Dulcis*) dalam pengujian lentur tujuannya adalah melihat pengaruh waktu perlakuan  $\text{KMnO}_4$  sebesar 2% pada serat purun tikus terhadap sifat mekanik komposit. Metode yang digunakan adalah hand lay-up, sehingga dalam proses manufakturnya ditemukannya ada *void* yang terjebak dalam spesimen komposit.

Berdasarkan uraian pendek ditemukan adanya suatu permasalahan dimana belum adanya variasi tekanan *vacuum* yang menghasilkan tekanan optimum dalam manufaktur biokomposit laminat. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah biokomposit dibuat dengan penguat serat purun tikus yang menggunakan proses *vacuum*. Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan tekanan

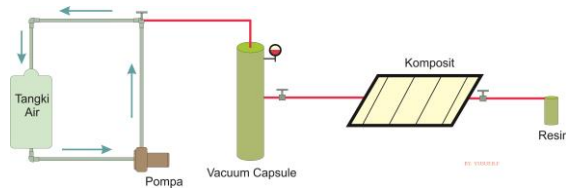
vacuum optimum yang bisa memaksimalkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Alpha Beta Gamma, landung sari, malang. Material alternatif komposit (biokomposit) dibuat dengan metode *vacuum*, penguat serat purun tikus dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam dan orientasi arah seratnya 0<sup>o</sup>/90<sup>o</sup>/0<sup>o</sup>/90<sup>o</sup> pada matrik *polyester BTQN 157* dengan katalis *MEKPO 1%*. Kekuatan mekanis dari komposit berpenguat serat purun tikus dilakukan dengan dua pengujian yaitu pengujian tarik dan pengujian bending dan diharapkan karakterisasi kekuatannya dapat digunakan dengan tepat pada pemanfaatannya.

Langkah pembuatan spesimen pengujian komposit (biokomposit) sesuai dengan standar spesimen uji tarik (ASTM D638) dan spesimen uji *bending* (ASTM D790) menggunakan komposit laminat dengan metode *vacuum*. Dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan cetakan
2. Melakukan penimbangan serat purun tikus dengan fraksi volume 40%.
3. Menyiapkan serat yang sudah disusun dalam bentuk panel
4. Memasukan serat dengan orientasi sudut 0,90,0,90
5. Percampuran resin dan hardener dengan perbandingan 1% hardener atau katalis perberat resin polyester. Kemudian diaduk selama 5 menit agar resin dan hardener merata.
6. Menyalakan mesin *vacuum* dengan tekanan yang sudah ditentukan.
7. Mulai menghisap adonan resin kedalam cetak yang sudah disiapkan sebelumnya.
8. Pengeringan komposit pada suhu yang sudah terisolasi dalam cetakan, setelah kering keluarkan dari cetakan. Proses cetakan komposit selesai.
9. Pengamatan pada komposit yang selesai dicetak.
10. Tahap pemotongan sesuai standar uji tarik dan uji bending.



**Gambar 2.** Skema *Vacuum Resin Tranfer Molding*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Serat Tunggal**

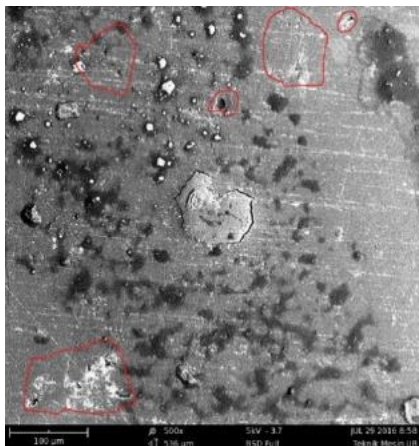
Sebelum serat purun tikus digunakan sebagai penguat pada komposit maka perlu terlebih dahulu di uji tarik serat tunggal, uji tarik serat tunggal ini di lakukan pada laboratorium pengujian fisika. Perlakuan kimia serat dimaksudkan untuk memperbaiki struktur permukaan serat sehingga mampu memberikan ikatan *interface* antara resin dan serat. Penggunaan bahan kimia sebagai perlakuan terhadap sifat fisik serat berdasarkan pengetahuan dan literatur maka dalam penelitian ini akan digunakan alkali dengan persentase 5 % selama 120 menit.

**Tabel 1.** Hasil pengujian tarik serat murni dan perlakuan NaOH 5%.

perlakuan serat	waktu (s)	beban putus tiap sampel	rata-rata beban putus F (N)	kekuatan tarik ( $\sigma$ )t N/mm <sup>2</sup>
5%	2,46	11,46	40,89	3,25
	2,3	8,63		
	1,47	11,08		
	1,9	9,72		
0%	1,84	7,24	29,78	2,37
	2,14	4,54		
	2,48	6,96		
	2	11,04		

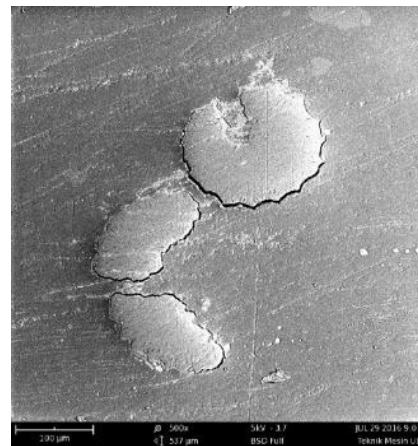
**Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) terhadap Komposit**

Untuk mengetahui penyebab penurunan kekuatan tarik dan kekuatan bending pada komposit serat purun tikus maka untuk menganalisisnya perlu dilakukannya foto SEM (*Scanning Electron Microscope*) agar fenomena penurunan kekuatan mekanik pada komposit tersebut bisa dianalisa secara baik. Berikut ini struktur permukaan komposit serat purun tikus.



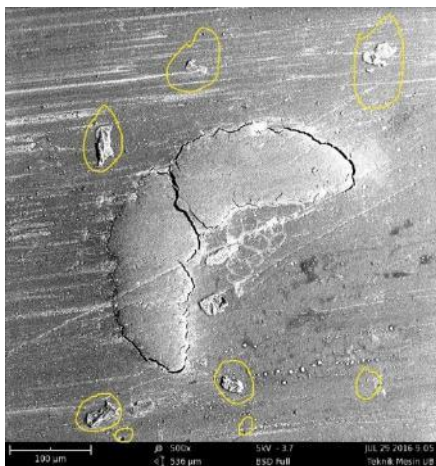
**Gambar 3.** Permukaan komposit pada tekanan 76 cmHg

Gambar 3 menunjukkan dimana kondisi permukaan komposit masih ditemukannya *void* pada garis lingkaran berwarna merah. Kekuatan tarik rata-rata pada tekanan 76 cmHg mendapatkan harga 41,6 MPa. Sedangkan pada pengujian bending mendapatkan harga 89,4 MPa.



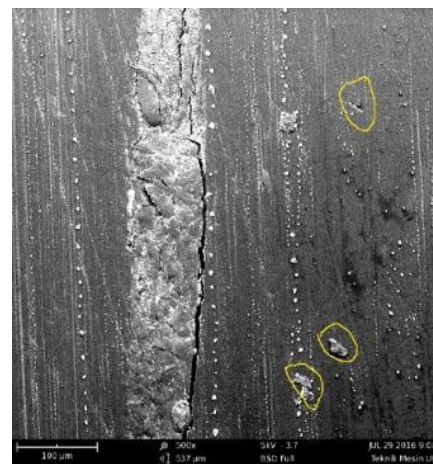
**Gambar 5.** Permukaan pada tekanan 26 cmHg

Gambar 5 Menunjukkan pada tekanan 26 cmHg tersebut kondisi struktur permukaan membaik bahkan tidak ditemukannya *void* dalam komposit sehingga pada tekanan ini terjadi kekuatan tarik dan bending yang optimal dengan masing-masing sebesar 54,7 MPa untuk kekuatan tarik dan 243 MPa pada kekuatan bending.



**Gambar 4.** permukaan komposit pada tekanan 46 cmHg

Pada tekanan 46 cmHg permukaan struktur terlihat lebih baik dari sebelumnya walaupun masih ditemukannya *void* pada komposit tapi terjadi peningkatan kekuatan tarik rata-rata sebesar 46 MPa, dan pada kekuatan bending rata-rata didapatkan harga 106 MPa.



**Gambar 6.** permukaan pada tekanan 6 cmHg

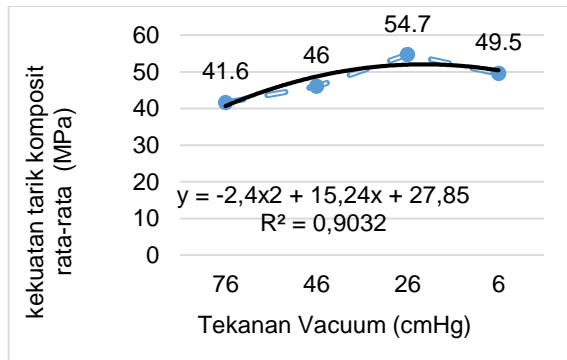
pada tekanan 6 cmHg dimana pada kondisi ini mengalami penurunan kekuatan tarik dan bending disebabkan, jalan alirannya resin pada komposit mengalir terlalu cepat sehingga, kondisi tersebut mengakibatkan beberapa bagian dari serat terlepas dan matrik tidak mengikat serat secara baik. Kekuatan tarik dan bending yang didapatkan pada tekanan 6 cmHg ini tidak terpaut terlalu jauh dari tekanan 26 cmHg, dengan hasil yaitu 49,5 MPa untuk

kekuatan tarik, 236 MPa hasil untuk kekuatan bending.

merupakan kekuatan tertinggi atau kekuatan tarik maksimal 54,7 MPa.

**PENGUJIAN TARIK KOMPOSIT**

Setelah pengujian tarik maka berdasarkan hasil data pengujian kekuatan tarik komposit bisa dilihat pada Gambar 7.



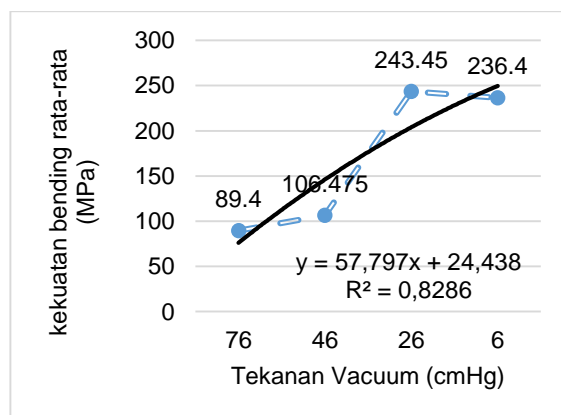
**Gambar 7.** Grafik Hubungan Tekanan vacuum Vs Kekuatan Tarik Komposit

Gambar 7. menjelaskan kekuatan tarik komposit mengalami peningkatan pada tekanan vacuum 26 cmHg namun kembali menurun pada tekanan selanjutnya. Jadi kekuatan tarik komposit tertinggi terjadi pada tekanan 26 cmHg sebesar 54,7 MPa disebabkan kekuatan tarik serat yang dikombinasikan dengan resin relatif merata dan tidak adanya void yang terjebak didalam komposit, namun kekuatan tarik komposit terendah terjadi pada tekanan 76 cmHg sebesar 41,6 MPa. Karena pada tekanan tersebut masih adanya void yang terjebak didalam spesimen komposit sehingga terjadinya penurunan sifat mekanik dari komposit tersebut. Ditekanan 6 cmHg kekuatan tariknya mengalami penurunan dikarenakan tekanan yang semakin tinggi mengakibatkan matriknya menjadi cepat kering dan belum meratanya resin masuk kedalam rongga pori-pori serat sehingga menghasilkan beberapa void di spesimen dan gambar 8 memperlihatkan mekanisme patahan komposit yang hasil patahannya masih terjadi *pull out* serat komposit menghasilkan patah getas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ada serat yang memiliki ikatan dengan matriknya yang baik atau merata dan mampu menahan beban tarik, sehingga ini sesuai dengan kekuatan tarik pada data yang dihasilkan dalam penelitian ini, dan



**Gambar 8.** Pola Patahan Sampel Komposit Uji Tarik Tekanan 26 CmHg

**Pengujian Bending Komposit**



**Gambar 9.** Grafik Hubungan Tekanan Vacuum Vs Kekuatan Bending



**Gambar 10.** mekanisme patahan komposit uji bending 26 cmHg.

Gambar 9 berbeda dari pengujian tarik yang pembebanannya secara aksial, sudut orientasi serat  $0^{\circ}/90^{\circ}/0^{\circ}/90^{\circ}$  memberikan hasil kekuatan bending berbeda sesuai arah sudut seratnya. Gambar 9 menunjukkan peningkatan kekuatan bending pada tekanan 26 cmHg mendapatkan harga 243 MPa yang disebabkan pada tekanan tersebut resin mengalir dengan sempurna sehingga ikatan matrik dan serat semakin baik dan disebabkan faktor orientasi serat yang searah dengan beban. Dengan kata lain, sudut  $0^{\circ}$  menahan beban sampai batas maksimumnya kemudian beban di distribusikan pada sudut  $90^{\circ}$  pada seluruh luasan sehingga arah sudut serat  $0^{\circ}/90^{\circ}/0^{\circ}/90^{\circ}$  memberikan kontribusi optimumnya pada peningkatan kekuatan bending komposit. Kekuatan bending terendah terjadi pada tekanan 76 cmHg dan mendapatkan harga sebesar 89 MPa, karena disebabkan masih adanya ditemukan *void* pada komposit sehingga berpengaruh pada kekuatan mekanik. Namun mengalami penurunan pada tekanan 6 cmHg disebabkan lajunya aliran resin yang masuk kedalam cetakan sehingga masih belum memenuhi secara merata sampai kedalam pori-pori rongga serat sehingga ikatan antara matrik dan serat kurang baik. Gambar 10 memperlihatkan mekanisme patahan komposit yang hasil patahannya masih terjadi *pull out* serat komposit menghasilkan patah getas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ada serat yang memiliki ikatan dengan matriknya yang baik atau merata dan mampu menahan beban tarik, sehingga ini sesuai dengan kekuatan tarik pada data yang dihasilkan dalam penelitian ini, dan merupakan kekuatan tertinggi atau kekuatan tarik maksimal 54,7 MPa.

#### KESIMPULAN

1. Hasil penelitian pada biokomposit serat purun tikus dengan memvariasikan tekanan *vacuum* yang mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan lentur untuk mendapatkan tekanan yang optimum, dimana kekuatan tarik maksimum tertinggi terjadi pada tekanan *vacuum* 26 cmHg dengan 54,7 MPa dan kekuatan tarik terendah terjadi di tekanan 76 cmHg dengan harga 41,6 MPa. Sedangkan pada kekuatan bending tertinggi terjadi pada tekanan *vacuum* 26 cmHg dengan harga 243,45 MPa dan yang terendah terjadi pada tekanan 76 cmHg yang mendapatkan harga 89,4 MPa.

2. Nilai hasil pengujian tarik belum dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena belum memenuhi nilai standar persyaratan yang di syaratkan oleh pihak BKI yaitu nilai standar kekuatan tarik sebesar 85 Mpa. Untuk pengujian bending nilai hasil pengujiannya sudah memenuhi standar persyaratan yang diharuskan oleh pihak BKI yaitu sebesar 152 MPa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji prasetyaningrum, 2009 ,Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Komposit Serat Dengan Kualitas Fisik Dan Mekanik Yang Tinggi.
- [2] Kosjoko, 2011 ,Pengaruh Waktu Perlakuan Kalium Permanganate (KMnO<sub>4</sub>) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*).
- [3] S. Asikin dan M. Thamrin, 2012. Manfaat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Pada Ekosistem Sawah Rawa.
- [4] Jamari, Mastariyanto Perdana 2015, *Fracture Surface* Pada Komposit Hibrid Berbasis *Fiberglass* Dan *Coir* Akibat Pengaruh *Moisture Content*.
- [5] Resdina Silalahi, 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Serat Kulit Jagung - Poliester Dengan Metode Chopped Strand Mat.
- [6] Akhmad Syarief, 2011. Uji Lentur Komposit Polyester - Serat Purun Tikus ( *ELEOCHARIS DULCIS* )
- [7] Kaomin Zhang, 2014 ,Effect of rapid curing process on the properties of carbon fiber/epoxy composite fabricated using vacuum assisted resin infusion molding.
- [8] Song, X. 2003. Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) Model Development and Verification, Engineering Mechanics, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg Virginia
- [9] W.D. Brouwer\*, E.C.F.C. van Herpt, M. Labordus .2003 "Vacuum injection moulding for large structural applications"