

# **PENGARUH FRAKSI VOLUME PENGUAT 2, 2,5 DAN 3% SERAT BAMBU HAUR DAN *FIBERGLASS* TERHADAP KEKUATAN TARIK MATRIKS POLIESTER**

Raliannoor dan Dwi Rahmalina

*Program Studi Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Program Pasca Sarjana Universitas Pancasila  
Email : raliannooramd@gmail.com*

## **ABSTRACT**

Against the backdrop of the increasing need for quality composite materials and the development of increasingly advanced composite manufacturing technology in the machinery industry. The aim of this research is to develop composite materials with bamboo fiber reinforcement and glass fiber as an alternative to automotive raw materials to replace plastic. Preparation of composite specimens with each reinforcement with volume fractions of 2%, 2.5%, and 3% and specimens without reinforcement or 0% volume fraction as a comparison.

The polymer material used is Yukalac 157-EX BQTN polyester as its matrix. With haur bamboo fiber and fiberglass as a reinforcement. Making specimens using the hand lay up method. Tests carried out are composite specimen tensile tests. Tensile testing was carried out using the ASTM D 638M-84 M-1 standard.

Based on the test results, it was concluded that the effect of fiber volume fraction on the characteristics of composite samples for tensile tests. Composite strengthened by haur bamboo and fiberglass powder at 3% heavy volume fraction has the most ideal characteristics that have a tensile strength of 53.581 MPa, modulus of elasticity of 87.452 MPa and polymer composite material with a strength of haur bamboo and fiberglass powder with a length of 5 mm at 3% reinforcing volume fraction can be used as an alternative to automotive raw materials, namely replacing polyoxymethylene plastic materials for the front bumper.

Keywords : Characterization, Composite, Reinforcement, Bamboo haur, ASTM, Glass, Alternative.

## **1. PENDAHULUAN**

Material komposit di industri pabrikan Indonesia mengalami perkembangan yang konsisten, disegi peningkatan produksi dan peningkatan teknologi. Komposit digunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif, alat kesehatan dan olahraga. Penggunaan komposit diberbagai industri tidak lepas dari unggulnya sifat yang dimiliki komposit yaitu ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi.

Dengan pesatnya perkembangan teknologi material komposit dan pemanfaatan material komposit serat bambu dengan paduan *fiberglass* sangat mungkin terwujud.

Komposit matrik serat bambu dan *fiberglass* memiliki densitas rendah, tahan korosi, serta elastisitas yang baik dengan syarat fraksi volume yang diberikan tidak lebih dari 5 %.

Bumper adalah sistem keamanan yang digunakan untuk melindungi tabrakan kecepatan rendah. Ditempatkan dibagian depan dan belakang mobil dirancang untuk mencegah atau mengurangi kerusakan fisik pada bagian depan dan belakang kendaraan.

Pengujian Komposit Bumper dengan material *fiberglass* dan *epoxy* resin pernah dilakukan dengan pengujian *charpy test* spesimen untuk dibandingkan dengan bumper dari baja. Berat bumper baja 5,15 kg dan bumper komposit *fiberglass* 2,38 kg, dimana 53,8 % lebih ringan komposit dari bumper baja. Biaya pembuatan bumper komposit 80 % lebih murah dari bumper baja.

Kekurangan utama material plastik adalah ketahanan material terhadap benturan baik dengan kecepatan tinggi maupun rendah. Persyaratan standar AIS E 102, *Regulation 42 (ECE R.42) mechanical testing* menyebutkan bahwa impact dari tengah pada kendaraan 4 km/jam dan impact dari sudut sebesar 2,5 km/jam. Pada kenyataan pemakaian kecepatan rata-rata kendaraan diatas 4 km/jam, di jalan tol bahkan mempersyaratkan kecepatan minimum 60 km/jam. Jika terjadi impact dari tengah atau sudut bumper, disebabkan hanya karena tekanan udara maka 4 km/jam bisa dipenuhi. Tetapi untuk bisa menahan impact benturan pada kendaraan roda empat yang dapat menyebabkan kerusakan mobil belum bisa terpenuhi. Bagian utama yang sering rusak akibat impact yang melebihi ambang batas adalah frame, beam, radiator, fender dan lampu kendaraan karena beban kejut impact dari depan atau samping.

Penelitian komposit serat non logam dimana resin poliester sebagai matrik sedangkan anyaman serat daun nenas sebagai *filler* (D. Yulianto, dkk, 2012). Dengan metode pengujian tarik untuk serat daun nenas yang di anyam dan resin poliester didapat *Tensile strength* 22,29 MPa. Uji Impact dengan *air gun compressor* (AGC) didapat tegangan impact maksimum 6,703 MPa.

Untuk variasi variabel bebas yaitu fraksi volume komposit serat bambu 2,5 % dengan paduan matrik *poliester* dan penguat serat bambu dan *fiberglass* dapat memenuhi standar JIS G3103.

Penggunaan kembali serat alam, juga dipicu oleh adanya regulasi tentang persyaratan habis pakai produk komponen otomotif bagi negara Uni Eropa dan sebagian Asia. Sejak tahun 2006 negara Uni Eropa telah mendaur ulang 80% komponen otomotif dan akan meningkat 5% pada tiap tahunnya. Di Asia khususnya Jepang sekitar 88% komponen otomotif telah di daur ulang pada tahun 2005 dan meningkat pada tahun 2015 menjadi 95%.

Tumbuhan yang tumbuh baik dalam kondisi iklim Indonesia adalah bambu. Bambu sebagai bahan baku industri yang *eco friendly* memiliki beberapa keunggulan, yakni sangat cepat tumbuh dan mengandung senyawa anti mikrobial. Serat bambu merupakan bahan yang digunakan sebagai bahan baku industri. Banyaknya jenis bambu dan kekayaan hayati yang bersifat mengandung serat. Sehingga potensi penggunaan serat untuk pembentukan komposit di Indonesia sangat besar.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Unsur Penyusun Komposit.**

#### **a. Serat Bambu.**

Tumbuhan bambu adalah tanaman yang masuk dalam keluarga rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di bagian batangnya. Bambu mudah ditemukan di daerah tropis terutama bambu yang masuk dalam genus *bambusa*. Berdasarkan hasil survei statistik yang dilakukan seorang ilmuwan bernama Uchimura (1980), menyatakan 80% bambu dunia berada di Asia, terutama Asia Selatan dan Tenggara.

Spesimen serat bambu yang diteliti adalah bambu haur. Tingkat keberhasilan pemisahan serat bambu dengan bahan kimia tergantung dari beberapa faktor yaitu kondisi fisik bambu sebelum dilakukan percobaan, berat jenis bambu, umur bambu, musim, jenis bahan pengawet, posisi dan ukuran bambu.

#### **b. Fiber sebagai penguat.**

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan tekan sampai tekanan maksimum. Serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Serat yang digunakan harus memenuhi

syarat mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter matriksnya namun harus lebih kuat dari bulknya. Mempunyai *tensile strength* yang tinggi.

Parameter serat dalam pembuatan komposit diantaranya distribusi, konsentrasi, orientasi, bentuk dan ukuran.

### **Pembuatan Material Komposit Bumper**

#### **Metode Pembuatan Komposit.**

Komposit dikerjakan dengan metode hand lay up, material yang dipersiapkan dipastikan telah tersedia seluruhnya.

Pelepasan mould cetakan pada kendaraan untuk dibersihkan sebelum digunakan, Cetakan yang sudah dibersihkan lalu dikeringkan dan setelah penjemuran selesai, cetakan dibersihkan kembali hingga bersih untuk memudahkan dalam pembuatan spesimen.

Pemotongan serat bambu disesuaikan dengan rencana pencetakan secara menyeluruh dengan ukuran ketebalan 4 sampai 6 mm. Serat yang digunakan pencetakan hanya serat bambu yang telah dilakukan pemilihan ukurannya. Untuk serat glass dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran yang ditentukan yaitu 5 mm panjang.

Resin di siapkan 2 kg ke dalam kaleng kemudian 0,25 kg talc atau secukupnya agar bahan tidak getas kemudian aduk secara perlahan dan merata. Tuang pada gelas setiap akan digunakan campuran anti bubble dan hardener 100:3:1 atau agar tidak cepat kering. Aduk kembali secara merata dan perlahan untuk meminimalisir gelembung (void).

Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini seperti timbangan digital merek constant tipe pocket scale 14192-633C, Gelas Ukur, 100 ml dan 200 ml. Jangka sorong merk Tricle brand ketelitian 0,05 mm. Mikrometer merk wipro ketelitian 0-25 x 0,01 mm. Gelas dan sendok pengaduk. Alat Bantu lain yang digunakan meliputi meteran, cutter, gunting, kuas, pisau, spidol, kit mobil, penggaris, gergaji, kaca malam atau lilin mainan, pipet tetes, kuas dan palu.

Cetakan spesimen dibuat secara rinci agar memenuhi standar ASTM. Cetakan dibuat dari beberapa bahan. Kaca digunakan sebagai alas dan lilin mainan sebagai pembentuk rongga yang dibentuk sedemikian rupa. Dengan cetakan ini spesimen hasil cetakannya nanti dapat memenuhi standart ketiga ASTM.



Gambar 1. Potongan batang bambu haur

### Proses Modeling Komposit.

Proses pembuatan manufaktur bumper mobil dari serat bambu haur banyak variasi proses. Langkah pertama yaitu pemilihan batang bambu yang baik kualitasnya. Setelah mendapatkan batang bambu yang baik lalu proses selanjutnya adalah proses pemisahan dan penentuan serat dan bentuk serat yang diinginkan dengan panjang serat kurang lebih 5 mm dan serbuk halus dari proses penyerutan bambu setelah proses dengan perendaman cairan NaOH.

Proses pengambilan serat bambu haur dari batangnya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan proses manual ataupun dengan peralatan *auto scrapping*. Cara yang dilakukan dalam penelitian ini dengan proses manual. sehingga serat akan mudah terpisah dan terurai satu dengan lainnya.

Proses *retting* dilakukan dengan cara memasukan batang bambu kedalam air dalam waktu tertentu dan bisa dilanjutkan dengan memberikan pemanasan pada air. Karena *water retting* pada dasarnya adalah proses mikroorganisme, maka beberapa faktor sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses ini, antara lain kondisi dari *retting water*, PH air, temperatur, cahaya, perubahan kondisi lingkungan, jenis bakteri yang ada dalam air, dan lamanya waktu proses.

Serat bambu yang telah mengalami proses *water retting* kemudian dilakukan proses pengikisan atau pengerokan (*scraping*) dengan menggunakan plat atau pisau yang tidak tajam untuk menghilangkan zat-zat yang masih menempel atau tersisa pada serat, sehingga serat bambu akan lebih terurai satu dengan yang lainnya. Serat-serat dicuci dan dikeringkan dengan penyinaran matahari dan jika cuaca kurang baik maka dibantu dengan proses ovenisasi.

Proses pengerjaan bambu dengan manual maka proses *water retting* dan terutama pada proses *scraping* diperlukan kesabaran untuk pengerjaannya. Penelitian menunjukkan kadang proses perendaman ini akan menghasilkan warna serat yang

kecokelatan akibat adanya proses mikro organisme yang tumbuh pada serat tersebut dikenal dengan istilah rust atau karat.

### Penyiapan Serat (Fiber).

Pada penelitian ini serat alam yang digunakan berasal dari serat bambu haur (*Bambusa vulgaris*). Untuk mendapatkan serat yang siap digunakan sebagai penguat pada komposit dilakukan beberapa tahapan berikut :

1. Bambu haur yang telah diambil, dibersihkan dan dipotong dengan panjang 60 cm, dan direbus dengan air dalam panci selama 6 jam diatas kompor gas. Perebusan dilakukan untuk mempermudah pengambilan seratnya.
2. Serat dipisahkan dengan mengambilnya secara memanjang sesuai arah serat dengan ukuran lebar  $\pm 0.2$  mm.
3. Serat yang telah diambil kemudian dicuci dan dikeringkan dengan memanfaatkan udara ruangan temperatur ( $27^{\circ}\text{C}$ ) selama  $\pm 48$  jam atau dengan mengontrol menggunakan timbangan digital sampai beratnya konstan, apabila tidak ada pengurangan berat lagi maka serat dianggap kering.

### Perlakuan Serat

Serat yang telah dikeringkan kemudian diambil untuk dilakukan perlakuan dengan direndam ke dalam larutan NaOH sebanyak 4% per 1 liter aquades dengan variasi waktu perendaman selama 120 menit. Sifat mekanis komposit serat bambu haur dan fiber *glass* bermatrik *poliester* dengan perlakuan NaOH memberi efek guna melepaskan sifat alami serat alam yaitu *hydrophilic*. Perlakuan serat mengakibatkan sifat alami *hydrophilic* serat akan berkurang.



Gambar 2. Serat bambu haur panjang 5 mm

Setelah itu proses *vulkanisasi* yaitu pemisahan atau pengambilan serat bambu dari batangnya (*fiber extraction*). Serat yang sudah kering dan siap digunakan serat disusun

rapih dan diikat agar tidak berantakan pada saat ingin digunakan. Prosentase serat bambu haur tersebut adalah 2%, 2,5%, dan 3% dari fraksi volume berat komposit.

Ovenisasi dilakukan untuk memastikan serat benar-benar kering suhu oven diantara 100-150° dalam waktu 2 jam. Jika suhu terlalu tinggi maka harus diturunkan. Karena serat akan berubah warna menjadi kehitaman jika suhu terlalu panas.

Proses selanjutnya yaitu proses pemotongan serat bambu yang dilakukan secara manual. Mengapa harus dilakukan proses pemotongan karena serat yang sudah melalui proses ekstraksi tadi panjangnya tidak sama rata sehingga perlu dilakukan proses pemotongan dan memudahkan pencampuran dengan *filler* lain yaitu serat glass.

Serat *glass* dibentangkan dalam bentuk lembaran kemudian dilakukan pemotongan dengan ukuran 15x15 cm. Potong kembali lembaran memanjang 0.5 cm. Potongan 0.5x15 cm di potong kembali melebar 5 mm. Setelah itu serat *glass* dilakukan pengamatan secara visual untuk memilih dan mendapatkan ukuran serat terkecil. Serat *glass* kemudian ditimbang sesuai dengan fraksi volume berat yang diinginkan didalam pencampuran yaitu 2%, 2.5% dan 3%.

Proses selanjutnya yaitu proses penimbangan *filler* dan matrik untuk menentukan komposisi sebelum membuat spesimen uji mekanis sehingga hasilnya maksimal.

Selanjutnya kedua *filler* serat yang sudah disiapkan diaduk hingga benar-benar tercampur dan merata. Sesuai dengan hasil perhitungan persentase perencanaan campuran. Campuran matrik dan *filler* yang telah merata dimasukan kedalam cetakan. Cairan kental hasil pencampuran dimasukan ke cetakan secara bertahap dengan ketebalan antara 0,5 mm sampai 1 mm. Saat cetakan telah penuh kemudian dilakukan pengepresan dengan alat press yang telah dibuat sebelumnya. Pengepresan bertujuan untuk mendapatkan komposit yang padat dan menghindari *bubble* dan *crack* pada spesimen uji. Setelah mulai kering kemudian cetakan dilepas dan di buka dari  *mold* cetakannya.

### **Pembuatan Komposit Spesimen Uji.**

Resin dicampur dengan hardener dengan perbandingan 10 ml hardener per 1 kg resin poliester. Kemudian dilakukan pengadukan selama 5 menit agar campuran resin dan hardener merata, Kemudian campuran tersebut dituangkan secara merata sebagai lapisan pertama cetakan. Letakan serat acak bambu haur di atasnya sebagai lapisan ke dua, tuang campuran Poliester Hardener dan anti *bubble*. Sekali penuangan hanya

memenuhi ketebalan 0.5 mm untuk menghindari *bubble* yang terperangkap didalam spesimen komposit. Lakukan pengamatan pada komposit terhadap ada tidaknya *void* yang terjadi dengan cara memperhatikan detail lembaran komposit. Diameternya bubbel tidak lebih dari 1 mm. *Void* tidak boleh mengumpul pada suatu tempat (radius jarak antar *void* yang diijinkan adalah 1 cm).

Pada penelitian oleh Theresia.M, disebutkan bahwa bambu haur memiliki daya tenun,  $(L/D) = 159,45$  dan termasuk dalam kelas 1 (satu). Jenis bambu haur merupakan serat panjang yang berpotensi untuk menghasilkan serat, serbuk dan pulp yang baik. Analisis komponen kimia serat memperlihatkan serat yang digunakan mengandung lignin sekitar 21% - 23%, selulosa alfa 44% - 53% dan hemiselulosa 21% - 23%. Kadar lignin dan ekstraktif bambu haur yang terendah dibanding bambu tenun dan tali.

### **Pengujian Tarik**

Pengujian Tarik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa dapat kita ketahui. Serat *glass* yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *E-glass*. Serat *glass* jenis ini merupakan polipaduan material yang cocok untuk plastik dan serat alam dengan panjang serat 5 mm. Untuk ketahanan impak serat *glass* ketika dipadukan dengan serat plastik jenis PC/ABS ketahanan impak dan tarik campuran menurun ketika serat *glass* di tambahkan lebih dari 5 phr (bagian per seratus) fraksi volume komposit atau diatas 5 %.

Pada penelitian ini hanya pada campuran fraksi volume berat penguat antara 2 %, 2,5% dan 3 %. Menurut penelitian Dwi Wahini N, menyebutkan bahwa campuran serat *E glass* yang melebihi dari 5% akan menyebabkan kenaikan densitas dari polipaduan. Uji tarik komposit dilakukan dengan mengacu kepada standar uji tarik ASTM 638-14.



Gambar 3. Pengujian tarik komposit

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

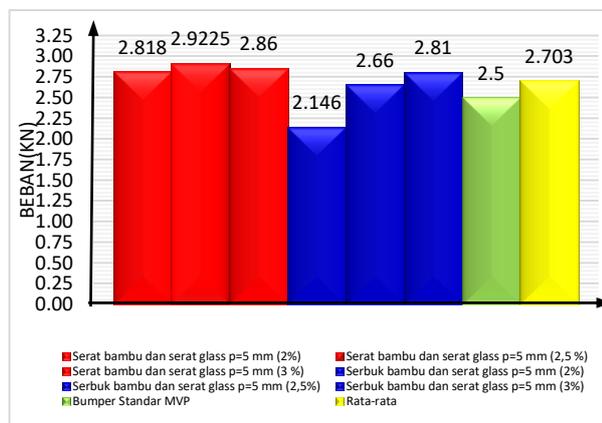
#### Hasil Uji Tarik.

Pada pengujian tarik dengan menggunakan standar ASTM D638-14 terdiri dari beban maksimum yang dapat ditahan dan Perubahan panjang saat terjadi pembebanan.

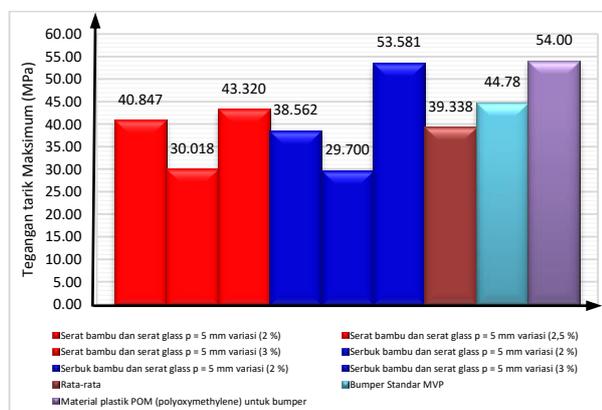


Gambar 4. Spesimen hasil uji tarik

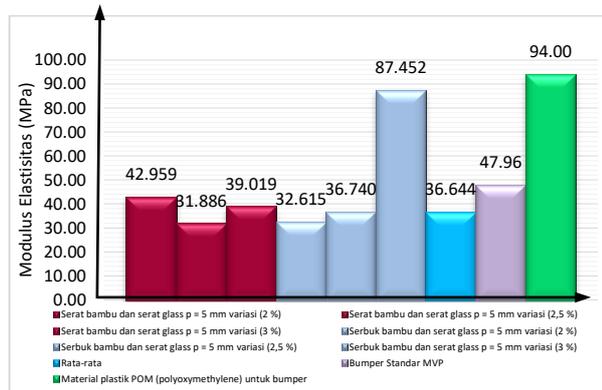
Pengujian dilakukan sesuai dengan standar ASTM D638-14 yaitu panjang 165 mm, lebar garis luar 19 mm, lebar tengah 13mm, dan ketebalan 4 sampai 6 mm. Spesimen dibuat dengan cetakan setiap spesimen dirapikan dengan gerinda.



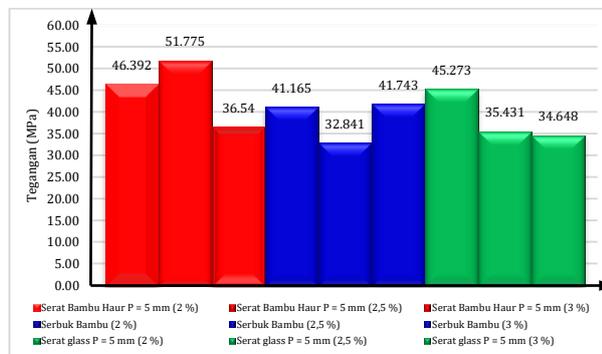
Gambar 5. Beban maksimum uji tarik



Gambar 6. Tegangan tarik hasil pengujian



Gambar 7. Modulus elastisitas uji tarik

Gambar 8. Tegangan tarik serat bambu, serbuk dan *fiberglass* 2, 2,5 dan 3%

Hasil penelitian ini ada kesesuaian dengan teori yang dibuat peneliti sebelumnya yaitu Daniel A.P, bahwa tegangan maksimum pada serat *glass* adalah di fraksi volume berat 2,5 % yaitu 40,82 MPa. Perbedaan dari bentuk serat dan serbuk membuat densitas fraksi volume penguat menjadi lebih meningkatkan kualitas komposit sesuai dengan hasil penelitian yang dibuat oleh Dwi.W.N, bahwa untuk penggunaan serat *glass* sebagai polipenguat jika ingin dipadukan dengan penguat lain, tidak boleh melebihi 5% dari fraksi volume yang direncanakan. Karena akan menyebabkan hasil kekuatan tarik tidak mengalami perubahan signifikan yaitu menurut data dari 530 kgf/cm<sup>2</sup> menjadi 640 kgf/cm<sup>2</sup>. Berdasar pengujian inisesudah 5% phr (per seratus bagian resin) ditambah tidak menyebabkan peningkatan kekuatan tarik.

Untuk serat alami serbuk bambu dan *fiberglass* dengan fraksi volume 2, 2,5 dan 3% tanpa dibuat menjadi polipaduan dapat diketahui bahwa tegangan tarik maksimum pada serbuk bambu dengan fraksi volume 2% yaitu 51,775 MPa dan tegangan tarik terkecil pada serat bambu haur panjang 5 mm yaitu 32,841 MPa. Modulus elastisitas

komposit tertinggi pada serbuk bambu haur 2% yaitu 70,759 MPa dan terendah pada serat bambu haur panjang 5 mm yaitu 27,62 MPa.

Pada hasil pengujian material diketahui bahwa tegangan tarik akan cenderung meningkat karena penambahan fraksi volume hingga 3% ini disebabkan karena adanya penambahan densitas material penguat yaitu serat bambu dan serat *glass* yang mampu mengisi ruang kosong dalam komposisi komposit.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Telah dibuat sampel komposit polimer dengan penguat serat bambu dan serat *glass* dengan fraksi volume masing-masing yaitu 2%, 2,5% dan 3%. Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap bahan komposit tersebut. Dari hasil karakterisasi dan analisa data diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

- Pengaruh fraksi volume serat terhadap karakteristik sampel komposit tidak menunjukkan tren yang seharusnya, hal ini dikarenakan banyaknya *void* pada sampel komposit.
- Baik komposit berpenguat serat bambu haur panjang 5 mm, serbuk bambu haur dan *fiberglass* panjang 5 mm diperoleh nilai karakteristik yang mendekati ideal pada masing-masing fraksi volume 3%.
- Komposit polimer berpenguat serbuk bambu haur dan *fiberglass* pada fraksi volume 3 % memiliki karakteristik paling mendekati ideal yakni memiliki kekuatan tarik sebesar 53,581 MPa, modulus elastisitas sebesar 87,452 MPa.
- Material komposit polimer berpenguat serat bambu haur, serbuk bambu haur dan *fiberglass* pada fraksi volume penguat serbuk bambu dan *fiberglass* panjang 5 mm 3% dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku industri otomotif yaitu plastik *polyoxymethylene* untuk bumper mobil MPV.

##### Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kelanjutan penelitian ini, antara lain :

- Untuk mendapatkan hasil yang mudah dibaca dan ketelitian lebih kecil maka sebaiknya dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan mesin uji tarik, bending dan impak yang telah terkalibrasi.

- Untuk mendapatkan komposit yang baik sesuai karakter yang diinginkan maka komposit harus jauh dari *void* dan *bubble*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. T.Wahyudi, C.Kasipah and D.Sugiyana, "Extraction Of Fiber from Bamboo (Gigantochloa Gigantochloa Creative Industry," Arena tekstil, vol. 30 no. 2, pp.95-99, Agustus 2015.
- [2]. O. Suparno and R.Danieli, "Penghilangan Hemiselulosa Serat Bambu Secara Enzimatis," Jurnal teknologi industri pertanian, vol.27, pp.89-94, Maret 2017.
- [3]. D. Yulianto, Syawaldi and Sarimadoni, "Analisa Pengaruh Variasi Model Komposit Terhadap Sifat Mekanik Bemper Mobil dengan Menggunakan Metode *Air Gun Compress*," Jurnal Teknologi Riau, vol.1, pp.1-6, Mei 2015.
- [4]. T.Mutia<sup>1</sup>, S.Sugesty, dkk. "Potensi Serat dan Pulp Bambu untuk Komposit Peredaras," Jurnal Bandung, Mei 2014
- [5]. Kosjoko, "Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan *Bending* (Gigantochloa Apus) Bermatriks Poliester". Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2017.
- [6]. B. Madhusudhan Reddy, Kekuatan Dampak, Penyerapan Air dan Kimia Resin Epoxy Diperlakukan Komposit Serat / Poliester Dichotoma, Andhara Pradesh, India, April 2017.
- [7]. Anonim, Annual Standar, USA. Book ASTM, 2010.
- [8]. Anonim, 2015, Technical Data Sheet, Justus Kimia Raya
- [9]. S.T.Dwiyati, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat / Poliester manufaktur, Edisi III, pp.164-167, Oktober 2014.
- [10]. E. Arsad, "The Technology Process and Used of Bamboo," Teknologi Pengolahan Industri, Mei 2015.
- [11]. T. O. Adewuyi , A. A. Umoh, "Influence of Bamboo Leaf Ash Blended Cement Concrete Bricks" ,University of Uyo, Nigeria, 2016.
- [12]. Yudhanto, Ferriawan, Teknik Composite Material, Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2017.
- [13]. D.A.Porwanto and L.Johar.M, "Karakterisasi Komposit Berpenguat Serat Bambu dan Poliester Baku Industri," Material teknik industry, vol.1, pp.1-5, April 2014.
- [14]. Sudarman, Pengaruh Ketebalan Lapisan Serat *Glass* Pada Pembuatan Panel Komposit

Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, 2014.

- [15]. Nayiroh, Nurul, Teknologi Material Komposit, Universitas Islam Negeri Malang
- [16]. Anonim, Annual Standar, *Concerning The Adoption Of Uniform Conditions Of Approval For Motor Vehicle Equipment And Parts, Regulation No. 42. Uniform Vehicles With Regard To Their Front And Rear Protective Devices (Bumpers, Etc.*

Halaman ini sengaja dikosongkan