

Rancang Bangun *Prototype Bumper* Mobil Berbasis Uji *Impact*

Roy Ariel Winoto¹, Diah Wulandari^{2*}, Firman Yasa Utama³, Andita Nataria Fitri Ganda⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: *diahwulandari@unesa.ac.id

Abstrak: Komponen pendukung kendaraan dilindungi dengan pemasangan *bumper* mobil ke badan pengangkut. Jika terjadi benturan, tujuan utama *bumper* adalah untuk mengurangi benturan keras langsung pada komponen depan, belakang, dan samping kendaraan. Tanaman bambu dapat digunakan untuk membuat material komposit karena kekuatannya yang besar dan kualitasnya yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini yang akan dibahas yaitu "*Rancang Bangun Prototype Bumper Mobil Berbasis Uji Impact*" dengan menggunakan serat alami sebagai *layer* atau *skin* dan resin *epoxy* sebagai matriks. Proses pembuatan menggunakan metode *hand lay-up*. Hasil penelitian ini adalah Proses pembuatan *bumper* di mulai dengan desain *bumper prototype*, pengerjaan *moulding* positif, pengerjaan *moulding* negatif, pengerjaan *bumper* meliputi penataan arah serat dan proses *hand lay-up* dan proses *finishing*. Analisis simulasi deformasi *bumper* dengan berpenguat serat alami bambu didapatkan dengan nilai deformasi 16.100 mm. pada simulasi pengujian tegangan *bumper* mampu menahan tegangan sebesar 172.08 MPa. Pada pengujian *impact bumper* dengan ketebalan 3 mm berpenguat serat alam bambu mampu menahan kerusakan sebesar 3.21 J.

Kata Kunci: *Bumper, Hand lay-up, Impact, Serat Alami Bambu.*

Abstract: Vehicle components are protected by installing bumpers on the body of the carrier. In the event of a collision, the main purpose of the bumper is to reduce direct and severe impact on the front, rear, and sides of the vehicle's components. Bamboo plants can be used to create composite materials due to their strength and environmentally friendly qualities. This thesis will discuss the "Development of a Prototype Car Bumper Based on Impact Testing" using natural fibers as the layer or skin and epoxy resin as the matrix. The manufacturing process utilizes the Hand lay-up method. The results of this research include the process of bumper creation, starting with the prototype bumper design, positive moulding, negative moulding, bumper construction involving fiber alignment and Hand lay-up process, and finishing process. Deformation simulation analysis of the bumper with bamboo natural fiber reinforcement yielded a deformation value of 16,100 mm. The bumper's tensile strength testing simulation demonstrated its ability to withstand a tension of 172.08 MPa. Impact testing of the 3mm thick bumper with bamboo natural fiber reinforcement showed it could withstand damage up to 3.21 J.

Keywords: *Bumper, Hand lay-up, Impact Bamboo Natural Fiber.*

© 2023, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Pemasangan *bumper* mobil pada badan angkut berfungsi sebagai sistem pelindung dan sistem pendukung kendaraan. Jika terjadi benturan, tujuan utama *bumper* adalah untuk mengurangi benturan keras langsung pada komponen depan, belakang, dan samping kendaraan. Bagian komponen mobil juga mengikuti perkembangannya. Salah satunya di *bumper* kendaraan.

Di bidang teknik material, material komposit semakin banyak digunakan sebagai pengganti logam, tidak hanya di industri konstruksi dan arsitektur, tetapi juga di industri otomotif. Industri dan masyarakat menjadi semakin sadar akan banyak manfaat menggunakan

komposit, termasuk bobotnya yang rendah, tahan air, tahan korosi, kinerja yang menarik.

Keunggulan material komposit yang diperkuat dengan serat alami adalah harganya yang murah, relatif ringan, dan ramah lingkungan. Itu memang memiliki satu kelemahan, dan itu adalah kenyataan bahwa berat dan kekuatan tarik spesifik bervariasi berdasarkan jenis serat tenun dan seberapa alami serat itu dibuat. Serat bambu merupakan salah satu serat alam yang digunakan dalam pembuatan komposit. Tanaman bambu dapat digunakan untuk membuat material komposit karena kekuatannya yang besar dan kualitasnya yang ramah lingkungan. Selain itu, bambu memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi yaitu 83,3%. Karena serat bambu mengandung banyak selulosa, serat ini lebih kuat, memiliki warna pulp

yang lebih putih, lebih tahan secara kimia selama pemisahan dan pembersihan, serta tidak larut dalam pelarut organik netral dan air. (Agung Setiawan dan Dwi 2018)

Uji *impact* dapat digunakan untuk mendapatkan hasil uji kekuatan material komposit yang terbuat dari matriks poliester dan serat bambu. Salah satu teknik untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, dan keuletan suatu material adalah uji *impact*. Akibatnya, uji *impact* sering digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanis suatu bahan. Uji *impact* menggunakan pemuatan cepat. Pengujian dampak mengevaluasi kerentanan material terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian *impact* dengan pengujian tarik dan kekerasan, yang menggunakan pembebanan bertahap. Tujuan dari uji *impact* adalah untuk meniru keadaan operasi material yang sering dijumpai pada konstruksi atau peralatan transportasi dimana beban tidak selalu terdistribusi secara merata.

Dalam penelitian ini yang akan dibahas yaitu "Pembuatan *Bumper Mobil Prototype Berbasis Uji Impact*, pada penelitian ini akan menggunakan serat alami bambu sebagai bahan alternatif pengganti bahan baku pembuatan *bumper* di pasaran yang umumnya menggunakan bahan baku fiberglass atau bahan komposit GFRP (*Glass Fiber Reinforced Plastic*). Penelitian ini menggunakan pengujian *impact* yang nantinya akan mengetahui tingkat kekuatan serat alami bambu.

DASAR TEORI

Bumper

Saat terjadi kecelakaan, *bumper* merupakan salah satu alat pelindung transportasi yang digunakan untuk meredam kekuatan benturan pada sistem komponen kendaraan. Baut besi tempa digunakan untuk menghubungkan berbagai bagian *bumper*. Beberapa kendaraan menggunakan kanvas atau kain biasa untuk atapnya, sementara yang lain menggunakan kayu untuk memperkuat bodi dan *bumpernya*. Weymann memperkenalkan konstruksi bodi pada tahun 1921 yang berfungsi sebagai penyangga jok kendaraan dan komponen *bumper* lainnya. Bodinya sengaja dibuat dari bahan yang kokoh, sedangkan bagian lainnya bisa dibuat dari delapan bagian yang ringan. Plat baja menghubungkan bodi ke dinding, dan panel yang terbuat dari kain, kanvas, dan kulit di bagian luar menutup celah di antara sambungan.

Impact

Uji tumbukan *Charpy*, yang juga disebut uji *Charpy v-notch*, adalah standar uji laju regangan tinggi yang mengukur berapa banyak energi yang diperlukan suatu bahan saat pecah. Uji *impact charpy* menggunakan pembebanan mendadak pada objek statis untuk menentukan kerapuhan atau keuletan suatu material (spesimen) yang akan diuji. Berikut ini adalah salah satu cara untuk menggambarkan harga dampak:

$$HI = E/A$$

Dimana:

$$HI = \text{nilai } impact \text{ (Joule/mm}^2\text{)}$$

E = usaha yang diperlukan untuk mematahkan beban uji (Joule)

A = luas penampang dibawah takikan (mm²)

Hand lay-up

Teknik pembuatan komposit yang dikenal sebagai *Hand lay-up* melibatkan memasukkan penguat serat secara manual ke dalam cetakan yang telah disiapkan sebelumnya. Prosesnya melibatkan langkah-langkah berikut:

1. **Persiapan cetakan:** Sebelum digunakan untuk membuat komposit, cetakan perlu disiapkan. Setelah proses selesai, dilakukan pembersihan cetakan dan pengaplikasian separator atau lapisan pelepas agar lebih mudah menghilangkan lapisan cetakan.
2. **Posisi untaian:** Serat penguat, seperti bambu alami dalam hal ini, diterapkan secara manual di atas cetakan sesuai dengan desain yang diinginkan. Setelah itu, serat-serat ini dapat ditebuk, dipotong, atau disusun sesuai keinginan Anda.
3. **Pengikatan serat:** Resin atau matriks *epoxy* yang dipilih dicampur dan diaplikasikan dengan kuas atau alat lain di atas serat setelah diposisikan dengan tepat. Serat disatukan oleh resin ini untuk membentuk struktur komposit yang solid. Berfungsi sebagai perekat.
4. ***Squeezing and evening out:*** Menggunakan alat seperti roller atau spatula, komposit perlu dipadatkan dan diratakan setelah serat dan resin benar-benar mengeras. Tujuannya adalah untuk menghilangkan gelembung udara dan memastikan serat terikat dengan benar ke matriks.
5. **Pengerasan dan pengeringan:** Setelah posisi serat dan siklus penempelan selesai, komposit harus dibiarkan mengering dan mengeras. Tergantung pada jenis resin yang digunakan dan lingkungan, waktu pengeringan dan pengerasan dapat bervariasi.
6. ***Finishing* :** Setelah komposit selesai, langkah-langkah *finishing* dapat dilakukan, misalnya

pemotongan atau pemotongan sesuai dengan rencana yang ideal. Untuk memberikan tampilan yang halus dan rata pada permukaan komposit, mereka juga dapat dipoles atau diasah. Metode *Hand lay-up* relatif sederhana dan fleksibel, tetapi juga memerlukan keterampilan tangan yang baik untuk menempatkan serat-serat dengan presisi dan menghindari kekurangan seperti gelembung udara atau ketidakrataan.

Serat Alami Bambu

Saat membuat komposit, serat bambu alami biasanya digunakan sebagai bahan penguat. Mereka dapat dipotong menjadi filamen kecil atau digunakan sebagai untaian panjang, tergantung pada persyaratan aplikasi. Struktur komposit yang kuat dibuat dengan menyusun serat-serat ini dalam matriks, seperti resin *epoxy* atau polimer lainnya. Kekuatan tinggi Serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi, sehingga dapat memberikan kekuatan tambahan pada komposit dan meningkatkan ketahanan terhadap deformasi dan kerusakan. Menggunakan serat

bambu alami dalam berbagai konfigurasi memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Ketegasan yang baik: Untaian bambu memiliki ketegasan yang baik, dan itu berarti mereka dapat membantu meningkatkan kekokohan keseluruhan dari komposit. Ini penting untuk menjaga keamanan dasar dan eksekusi mekanis.
2. Ringan: Karena bambu secara alami ringan, memasukkan serat bambu dalam komposit dapat membantu mengurangi berat keseluruhan komponen atau struktur.
3. Tidak berbahaya bagi ekosistem: Pemanfaatan serat bambu sebagai bahan pendukung komposit memberikan manfaat alami. Karena bambu adalah tanaman yang tumbuh dengan cepat dan dapat pulih dengan cepat, dampaknya terhadap lingkungan lebih rendah daripada bahan sintetis.

METODE

Menentukan Tema

Tema yang dipilih dalam penyusunan tugas akhir ini adalah “Rancang Bangun Prototype Bumper Mobil Berbasis Uji Impact” dengan bahan serat alami bambu menggunakan metode *hand lay-up* dan menggunakan matriks resin epoxy.

Observasi

Sebelum proses “Rancang Bangun Prototype Bumper Mobil Berbasis Uji Impact” dilakukan observasi agar mendapatkan dasar dari proses perancangan baik studi literatur maupun pengamatan langsung di lapangan. Dari kegiatan tersebut dapat diperoleh perancangan pembuatan bumper mobil menggunakan serat alami bambu.

Dari survei yang dilakukan Material komposit yang diperkuat dengan serat alam memiliki kelebihan yaitu murah, ringan dan ramah lingkungan. Tetapi juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan dan berat tarik spesifik tergantung pada jenis serat anyaman dan proses produksi serat alam tersebut. Tanaman bambu memiliki kekuatan yang cukup tinggi dan sifat ramah lingkungan untuk digunakan dalam material komposit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

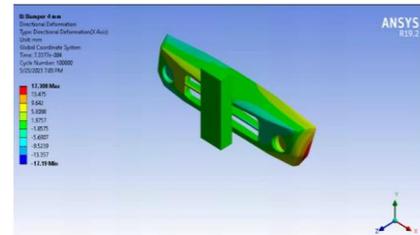
Hasil Pengujian Spesimen Uji Impact

TABEL I
Hasil Pengujian Spesimen Uji Impact

Arah Serat	Spesimen	Sudut	E (J)	Hi (J/mm ²)	Kondisi Patahan
0°	1	86°	3,25	0,120	Ulet
	2	86°	3,10	0,114	Ulet
	3	85°	3,30	0,122	Ulet
Rata-Rata				0,118	

Analisa pengujian *impact* terjadi pada spesimen dengan panjang 100 mm, lebar 10 mm dan tinggi 3 mm. pada pengujian *impact* menggunakan variasi arah serat 0° dengan memiliki 3 spesimen. Dari pengujian spesimen *impact* memiliki nilai rata rata uji sebesar 3,21 J dengan jenis patahan ulet. kondisi patahan ulet dikarenakan hasil patahan setelah dikenai pengujian *impact* terlihat kasar, berserat dan berwarna abu-abu.

Hasil Simulai Pengujian Deformasi



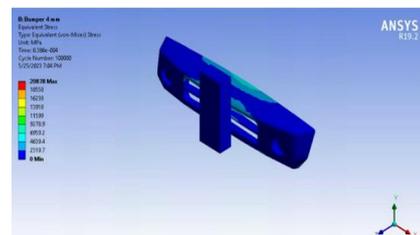
Gambar 1. Hasil Simulasi Pengujian Deformasi

TABEL II
Hasil Simulasi Pengujian Deformasi

Tebal Bumper (mm)	Deformasi (mm)
1	17.044
2	16.912
3	16.100

Analisa deformasi terjadi pada bumper dengan ketebalan 1 mm, 2 mm dan 3 mm dimana terdapat pada Gambar 1 dimana warna paling merah yaitu area yang mengalami tegangan terbesar, sedangkan yang berwarna biru mengalami deformasi terkecil. Pada Tabel II nilai deformasi terbesar terdapat pada ketebalan 1 mm, dan deformasi terendah terdapat pada ketebalan 3 mm. sehingga bisa dikatakan semakin tebal bumper maka tingkat nilai deformasinya semakin rendah.

Hasil Simulasi Pengujian Tegangan Maksimal Bumper



Gambar 2. Hasil Simulasi Pengujian Tegangan Maksimal

TABEL III
Hasil Simulasi Pengujian Tegangan Maksimal

Tebal Bumper (mm)	Tegangan Ekuivalen (MPa)
1	248,58
2	209,08

Analisa tegangan maksimal dilakukan untuk mengetahui besar tegangan yang terjadi pada *bumper* ketika diberi beban. Ketebalan *bumper* yang digunakan pada simulasi ini adalah ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. pada gambar 4.2 Warna paling merah yaitu area yang mengalami tegangan terbesar, sedangkan yang berwarna biru yang mengalami tegangan terkecil. Tegangan ekuivalen terkecil terdapat pada ketebalan 3mm sedangkan tertinggi terdapat pada ketebalan 1 mm.

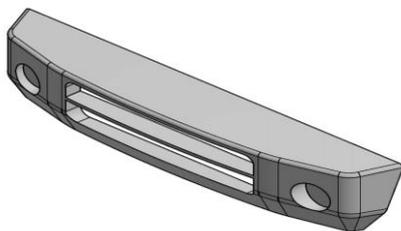
Proses Manufaktur Bumper

Setelah dilakukan proses rancang bangun pembuatan *bumper* mobil *prototype*. Kemudian melakukan perhitungan fraksi volume dan penataan arah serat bambu. Berikut ini data yang didapat dari hasil manufaktur *bumper* mobil *prototype*. Data awal mengacu pada material atau bahan bahan yang digunakan untuk manufaktur meliputi.

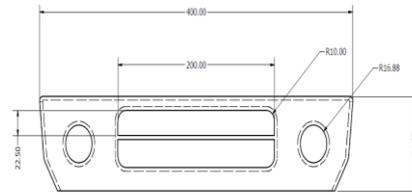
- a. Serat bambu
- b. Resin *epoxy*
- c. *Hardener*
- d. Dempul
- e. Polyvinyl Asetat (PVA)
- f. *Release Agent Wax*
- g. *Fiber glass*
- h. Resin 157 dan *catalis*
- i. *Cat epoxy*
- j. *Clear*
- k. *Moulding* positif *3d print*

Pengerjaan Moulding Positif

tahap awal pembuatan *moulding* positif diawali dengan proses *design bumper* suzuki karimun GX 2005 menggunakan bantuan *Software design*. *Design bumper* memiliki ukuran panjang 400 mm, tinggi 84,57 mm, tebal 3,5 mm dengan perbandingan ukuran aslinya sebesar 1:4. Setelah melalui proses *design* langkah selanjutnya adalah pembuatan *moulding* positif dengan melalui *3d print* menggunakan filamen *polylactic acid*. Penggunaan *3d print* bertujuan untuk menghemat waktu manufaktur dan menghasilkan *moulding* yang presisi sesuai dengan *design* yang dibuat menggunakan *Software design*



Gambar 3. Desain 3D *Prototype Bumper*



Gambar 4. Ukuran *Bumper*



Gambar 5. *Moulding* Positif *3d print*

Pengerjaan Moulding Negatif

Proses pembuatan *moulding* negatif diawali dengan pengampelasan pada permukaan *3d print moulding* positif. Proses pengampelasan bertujuan supaya permukaan dari *moulding* positif menjadi halus karena permukaan yang dihasilkan dari *3d print* bertekstur. Langkah selanjutnya adalah pemasangan stoper pada seluruh sisi *moulding* positif yang bertujuan untuk mempermudah pelepasan *moulding* positif dengan *moulding* negatif. Setelah itu adalah pemberian *wax* dan PVA disetiap permukaan *moulding* positif. Pemberian *wax* dan PVA sebanyak 3 lapis, disetiap lapisannya dengan durasi ±30 menit. Langkah selanjutnya adalah pemberian *gelcoat*, resin tipe 157 dan *fiber glass* sebagai bahan pembentuk dari *moulding* negatif. Pemberian *gelcoat* sebanyak 2 lapis dengan durasi setiap lapisan ±15 menit. Pemberian resin tipe 157 dan *fiber glass* sebanyak 3 lapis dengan durasi setiap lapisan ±60 menit. Proses pengeringan resin *moulding* negatif berlangsung selama dua hari agar resin dan *fiber glass* kering dengan baik. Langkah selanjutnya adalah proses pelepasan *moulding* negatif dari *moulding* positif. Langkah terakhir adalah proses *repair* permukaan *moulding* negatif menggunakan dempul. Proses *repair* di akibatkan oleh pelapisan *gelcoat* yang tidak merata sehingga pada permukaan *moulding* negatif terdapat lubang atau permukaan yang tidak rata. Permukaan *moulding* negatif sangat berpengaruh terhadap hasil dari manufaktur *bumper*. Langkah awal dari mulai pemberian *wax*, pemberian pva, pengolesan resin dan fiber glass, proses pengeringan *moulding* negatif pelepasan *moulding* negative dari *moulding* positif, dan proses *repair moulding* negatif.



Gambar 6. Pemberian Wax



Gambar 7. Pemberian PVA



Gambar 8. Pengolesan Resin Dan FiberGlass



Gambar 9. Proses Pengeringan Pembuatan Moulding Negatif



Gambar 10. Pelepasan Moulding Negatif Dan Moulding Positif



Gambar 11. Proses Repair Moulding Negatif

Pengerjaan Bumper Menggunakan Serat Alami Bambu

Proses manufaktur bumper menggunakan serat bambu diawali dengan pengadaan bahan utama seperti; serat bambu, resin dan *hardener epoxy*. Selanjutnya adalah pemberian wax pada cetakan *moulding* negatif dengan tujuan untuk memudahkan pencabutan bumper pada *moulding* negatif. Pengolesan wax dilakukan sebanyak 3 lapis dengan durasi waktu ± 30 menit pada setiap lapisannya. Setelah pemberian wax pada permukaan

cetakan *molding* negatif dilanjutkan dengan pengolesan resin *epoxy* dan *hardener* dengan perbandingan 2:1. Metode peresinan menggunakan *hand lay-up* atau mengusap secara perlahan menggunakan kuas. Untuk pengolesan resin pertama dilakukan sebanyak 1 lapis. Selanjutnya penataan arah serat bambu dengan arah lamina 0° pada bagian yang sudah mengalami proses resin awal. Berikutnya adalah penambahan arah serat bambu pada lapisan resin yang ke dua dengan arah serat yang sama yaitu 0° . Langkah terakhir adalah pelapisan serat bambu yang ke dua dengan resin *epoxy* dan *hardener* dengan perbandingan yang sama yaitu 2:1. Setelah proses peresinan sebanyak 2 lapis, cetakan didiamkan selama 48 jam supaya hasil pengeringan sempurna. Setelah proses pengering selesai dilanjutkan dengan proses pelepasan bumper dari *moulding* negatif, apabila pada bumper terdapat kecacatan seperti berlubang atau resin tidak merata maka akan masuk pada tahap *repair*.



Gambar 12. Proses Wax Dan Pembuatan Bumper Jadi



Gambar 13. Penataan Arah Serat



Gambar 14. Proses Pelepasan Bumper Dari Moulding Negatif



Gambar 15. Bumper Jadi



Gambar 16. Proses *Finishing*

7. Pambudi, Rizqi Luhur, Heri Yudiono. " Pengaruh Orientasi Sudut Serat Pandan Duri Terhadap Tangguhan. 2020
8. Raliannoor, A'yan Sabitah. Pengaruh Kekuatan *Impact* Poliester Berpenguat Serat Bambu Haur Dan *Fiberglass* Pada Aplikasi *Bumper* Mobil. Jurnal Teknik Mesin. 2020; Vol.7 No. 1 Juni .

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data menggunakan pengujian *Impact* yang telah dilakukan pada "Pembuatan *Bumper* Mobil Prototype Berbasis Uji *Impact*" dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *bumper* di mulai dengan desain *bumper* prototype, pengerjaan *moulding* positif, pengerjaan *moulding* negatif, pengerjaan *bumper* meliputi penataan arah serat dan proses *hand lay-up* dan proses *finishing*.
2. Analisis simulasi deformasi *bumper* dengan berpenguat serat alami bambu didapatkan dengan nilai deformasi 16.100 mm. pada simulasi pengujian tegangan *bumper* mampu menahan tegangan sebesar 172.08 MPa.
3. Pada pengujian *impact bumper* dengan ketebalan 3 mm berpenguat serat alam bambu mampu menahan kerusakan sebesar 3.21 J.

REFERENSI

1. Agung Setiawan, Dwi. "Pengembangan Komposit Polimer *Epoxy* Berpenguat Serat Bambu dan Serat Serabut Kelapa Untuk Aplikasi *Running Boards*". Jurnal ilmiah TEKNOBIZ. 2018; Vol.5 No.1.
2. Chandra, Adi, Asroni. "Pengaruh Komposisi Resin Poliyester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus". Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. TURBO. 2015; Vol. 4 No. 2.
3. Destya, Yustha. "Pembuatan Body Kit (*Bumper*) Mobil Komposit Serat Tebu Dengan Matriks Resin Polyester". Jurusan Teknik Mesin. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. 2012
4. Fraksi, P., Penguat, V., & Serat, D. A. N. *Bambu Haur Dan Fiberglass Terhadap Kekuatan Tarik Matriks Poliester*. 2019; 20(2), 141–154.
5. *Impact* Komposit Sebagai Material Alternatif *Bumper* Mobil" Jurnal Kompetensi Teknik Semarang: Universitas Negeri Semarang. 2020; Volume 12 Nomor 2.
6. Irianto, S. A. *Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan Impactkomposit Bilah Bambu/Polyester*. 2016