

Pengaruh Perendaman Material Komposit Sandwich Polyester Serbuk Kayu dan Serat Gelas Terhadap Kekuatan Bending

Azwar

Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Corresponding Author: azwaryunus@gmail.com

Abstrak – Serbuk kayu adalah potensi yang sangat besar untuk ditingkatkan nilainya melalui rekayasa proses pembuatan bahan komposit untuk berbagai keperluan, yang dalam penelitian ini difokuskan untuk menjadi bahan pembuatan perahu nelayan tradisional. Bahan dibuat melalui proses cetak biasa dimana serbuk kayu yang berukuran kasar dicampur dengan resin polyester pada komposisi hingga 60 : 40 persen volume, kemudian pada masing-masing permukaannya diperkuat dengan polyester serat gelas type CSM atau Roving. Dan mengingat kompleksnya pembebanan dan lingkungan pengoperasian perahu, maka sifat mekanik dan fisik bahan komposit sandwich polimer serbuk kayu harus di investigasi melalui serangkaian pengujian mekanik yaitu uji kekuatan bending sebagai pengujian utama. Kemudian sifat fisik bahan dalam lingkungan air dan korelasinya terhadap sifat mekaniknya di pelajari secara mendalam menggunakan standar ASTM D 570-98. Spesimen uji dibuat dengan mencampur resin polyester dan serbuk kayu dan diperkuat dengan lapisan serat gelas pada masing-masing permukaannya dan diuji dengan standart ASTM C 1341-06 (pengujian bending 3 titik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proses perendaman dalam air tawar dapat menurunkan kekuatan bahan komposit sandwich polyester serbuk kayu dan serat gelas. Sedangkan perendaman dalam air asin justru tidak berpengaruh terhadap kekuatan, dimana kekuatannya cenderung tetap. Sedangkan Kadar penyerapan air (absorbs air) oleh kedua media perendaman sangat kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa komposit sandwich polyester serbuk kayu dan serat gelas cukup tahan terhadap air, terutama air asin yang kadar penyerapannya lebih rendah dari air tawar. Copyright © 2015 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

Keywords: Komposit, Serbuk, Kayu, Fiberglass dan Perahu

1 Pendahuluan

Kayu digunakan secara luas pada hampir semua sisi kehidupan manusia untuk berbagai keperluan seperti perumahan, perabotan, struktur jembatan, kendaraan, perahu, kapal laut, bahan baku kertas, dll. Sehingga permintaan kayu semakin meningkat sementara ketersediannya semakin berkurang karena berbagai alasan, konsekuensinya kayu dengan kualitas yang baik menjadi mahal dan sulit diperoleh. Kondisi tersebut menjadi semakin parah ketika terjadi bencana alam dimana kebutuhan dan ketersediaan kayu menjadi tidak seimbang. Bencana Tsunami Aceh tahun 2004 telah menimbulkan korban jiwa, harta serta ekonomi sosial pasca bencana bagi masyarakat Aceh, khususnya para Nelayan tradisional yang secara langsung menerima imbas dari bencana tersebut terutama bidang ekonomi

sosial. Pada fase awal penanggulangan dampak bencana, dibutuhkan perahu baru dalam jumlah banyak yang menyebabkan kesulitan bahan baku kayu berkualitas sehingga kualitas perahu menurun. 10 tahun pasca bencana, masalah tersebut terus berlangsung sehingga kekuatan dan umur pakai efektif perahu menjadi tidak ekonomis. Salah satu solusinya adalah merekayasa suatu bahan inovatif melalui pemanfaatan sumberdaya disekitar kita yaitu mengoptimalkan penggunaan serbuk kayu sisa pengolahan kayu menjadi bahan komposit sandwich dengan serat gelas untuk bahan baku perahu.

Lavalette et al. (2012) menyebutkan bahwa dalam 50 tahun belakangan, pembuatan kapal modern secara dominan menggunakan bahan konstruksi dari kayu komposit jenis plywood karena sifat mekaniknya yang bisa di up grade dan mudah diproses sedangkan untuk

kebutuhan kapal tradisional masih dominan menggunakan kayu organik biasa. Demikian halnya dengan kondisi di daerah Aceh, dimana perahu atau kapal yang berukuran sedang sampai kecil, pembuatannya masih menggunakan bahan kayu sehingga dikenal dengan sebutan kapal atau perahu kayu. Pasca bencana Tsunami, usaha pembuatan perahu nelayan secara umum mengalami kesulitan bahan baku kayu, sehingga harga perahu meningkat. Maka salah satu solusi yang kami tawarkan adalah memaksimalkan bahan sisa pemrosesan kayu menjadi komposit serbuk kayu yaitu dengan memanfaatkan serbuk kayu yang tersedia secara melimpah untuk dicampur dengan polimer resin sebagai bahan inti (core). Rekayasa bahan ini difokuskan untuk mengatasi kelangkaan bahan pembuatan perahu nelayan, tentunya juga bisa dimanfaatkan untuk keperluan lainnya seperti kebutuhan papan rumah dan kusen.

Bila dibandingkan dengan komposit serat, maka komposit serbuk kayu cenderung lebih getas karena serbuk kayu tidak mampu menyerap energy sebaik yang dilakukan oleh serat. Namun serbuk kayu dalam ukuran yang lebih panjang yang membentuk serat pendek memiliki daya serap energy yang lebih baik sehingga lebih ulet dibandingkan dengan komposit serbuk kayu yang berbentuk persegi (Cerbu dan Motoc, 2010). Maka membuat komposit sandwich antara komposit serbuk kayu sebagai core dan lapisan tipis komposit serat gelas pada kedua sisinya dapat meningkatkan sifat mekanik kedua. Cerbu (2010) menyatakan bahwa proses Absorpsi air ke dalam bahan komposit merupakan fungsi waktu dan ketebalannya, dimana dalam kondisi terendam air yang lama akan berpengaruh terhadap penurunan kekuatan interface sehingga dapat menyebabkan delaminasi pada lapisan dan menurunkan kekuatan. Material komposit yang digunakan dalam lingkungan air yang agresive seperti air laut dalam kurun waktu lama, akan sangat mempengaruhi sifat mekaniknya. Secara umum telah diteliti bahwa bahan komposit yang digunakan di dalam air kekuatan mekaniknya lebih rendah dibandingkan dengan komposit dalam kondisi kering. Namun laju penurunan kekuatan mekaniknya masih menjadi tantangan untuk dibuktikan. Karena tingkat absorpsi air memungkinkan bahan komposit rusak dengan beberapa cara yaitu : delaminasi, kerusakan serat, timbulnya retakan kecil pada serat yang dapat bermuara pada kegagalan material.

2 Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Resin Polyester tak jenuh (*Unsaturated Polyester Resin*) BQTN 157-EX, Hardener (peroxide) sebagai pengeras. Serat glass (fiber glass) type chopped strand mat (CSM) 300 gr/m², Serat glass type Roving (tenunan)

550 gr/m². Sedangkan peralatan yang digunakan adalah Universal testing mesin (UTM) untuk pengujian sifat mekanik, Mikroskop optic dan Kamera digital resolusi tinggi untuk foto makro struktur dan patahan; Cetakan, Timbangan digital, ayakan, Fiber glass roller, Kuas (fiberglass brush), Gelas Ukur dan Gunting untuk pembuatan specimen; serta Mikrometer, Jangka sorong, Mesin Jig Saw, mesin ketam, dan Mesin Milling untuk proses pembentukan specimen uji.

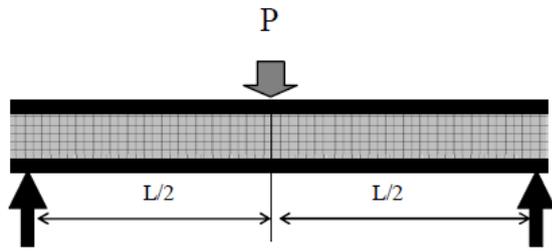
2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dirancang melalui tahapan yaitu (1) mempersiapkan cetakan terbuka dan serbuk kayu jenis sembarang dengan memvariasikan ukuran mesh : halus (0.6 – 1 mm) dan kasar (1 – 2 mm) melalui pengayakan, (2) mempersiapkan resin polyester tak jenuh, hardener Mekpo dalam wadah pencampur dan serat gelas, (3) mencampur antara resin dengan serbuk kayu dengan fraksi volume 40 % dan diaduk sampai merata selama \pm 3 menit, kemudian didiamkan selama \pm 3 menit agar gelembung udara hilang, kemudian mencampur dengan hardener Mekpo sebagai pengeras \pm 1-2 % berat resin dan diaduk secara perlahan selama \pm 3 menit, (4) mempersiapkan cetakan, kemudian membuat 1 lapis lapisan komposit serat gelas (tebal \pm 1 mm) pada dasar cetakan. Kemudian campuran resin polyester dan serbuk kayu dan hardener dituangkan ke atas lapisan komposit polyester serat gelas dengan ketebalan 8 mm; kemudian pada permukaan bagian atas dibuat 1 lapisan komposit polyester serat gelas dengan ketebalan 1 mm, sehingga ketebalan spesimen uji menjadi 10 mm, (5) proses pengerasan (*curing time*) yang membutuhkan waktu antara 10-15 jam, tergantung volume hardener, kemudian cetakan dibuka. Urutan proses 1 sampai 5 diulang dengan memvariasikan ukuran dan jenis serbuk kayu serta jenis serat gelas.

2.3. Pembuatan spesimen uji

Spesimen uji bending 3 titik dibuat dengan menggunakan standart ASTM C 1341 – 06 (Standart Test Method for Flexural Properties of Continuos Fiber-Reinforced Advance Ceramic Composites) dengan ukuran spesimen mengacu pada $L/d = 16/1$; yaitu tebal (d) = 10 mm, panjang tumpuan (L) = 16 mm, panjang spesimen = 18 mm dan lebar spesimen = 20 mm. Spesimen uji absorpsi air mengikuti bentuk spesimen uji bending, hanya saja kedua permukaan sisi spesimen yang terekspose akan dicoating menggunakan resin polyester sehingga penyerapan air melalui sisi dapat

dihindari. Gambar 1. menunjukkan proses Uji bending 3 titik mangacu pada ASTM C 1341 – 06.



Gambar 1. Uji bending 3 titik

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh perendaman dalam air terhadap kadar penyerapan air dan kekuatan bending material komposit sandwich antara serbuk kayu dan fiber glass

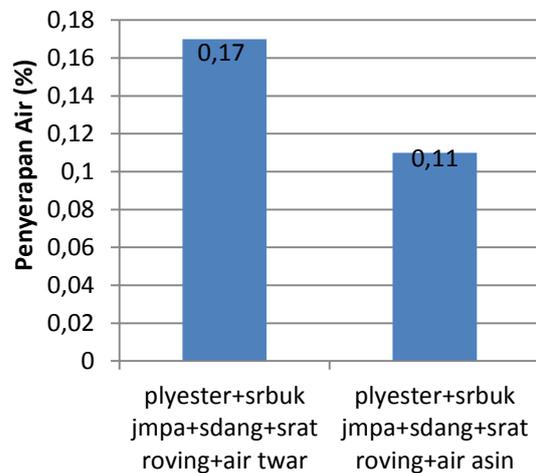
Perahu yang merupakan kendaraan air harus terbuat dari bahan yang mampu menjaga stabilitas fisik dan stabilitas mekanik di dalam lingkungan air tersebut. Disamping stabilitas, bahan juga tidak menyerap air. Oleh karena itu, perendaman dalam air merupakan salah satu cara untuk mengetahui stabilitas mekanik bahan sebagaimana dilakukan dalam penelitian ini. Perendaman selama ± 400 jam dalam kondisi terik matahari, belum membuat air masuk ke bahan.

Pengujian tingkat kadar absorpsi air oleh komposit sandwich serbuk kayu dan serat gelas dilakukan berdasarkan standart ASTM D 570-98. Ada 2 jenis air yang digunakan yaitu air asin dan air tawar. Pengujian absorpsi air dimaksud untuk mengetahui kadar penyerapan air dari material komposit sandwich serbuk kayu dan serat gelas melalui proses perendaman selama ±1000 jam, 2000 jam dan 3000 jam, dimana dalam laporan ini, specimen uji direndam selama 1000 jam. Pengujian nilai absorpsi air dilakukan dengan prosedur sebagai berikut : Spesimen dipersiapkan dalam bentuk lempangan dengan ukuran 180 mm x 100 mm x 10 mm, sebelum dipotong menjadi spesimen. Kemudian spesimen tersebut direndam dalam air tawar dan air asin menggunakan wadah perendaman. Sebelum direndam spesimen di timbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan berat awal (Mo), kemudian direndam selama 1000 jam. Selanjutnya spesimen di keringkan dengan menggunakan kain lap untuk menghilangkan air pada permukaan. Kemudian spesimen tersebut ditimbang kembali untuk mendapatkan berat setelah perendaman (M1). Data pengujian kadar absorpsi air ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pengaruh Perendaman Terhadap Absorpsi Air

No	Jenis Spesimen	Waktu (1000 Jam)		Ket
		Berat Awal	Berat Akhir	
1	Plystr+srbk jp+sdng+srt roving+dIm lkgn air twr	232,8	233,2	Spesimen yang direndam dalam air tawar
2	Plystr+srbk jp+sdng+srt roving+dIm lkgn a ir asin	240,8	243,6	Spesimen yang direndam dalam air asin

Ini membuktikan bahwa bahan cukup tahan terhadap penyerapan air. Sedangkan pengaruh air asin dan air tawar terlihat perbedaan dalam kadar penyerapan air, dimana air tawar lebih banyak diserap daripada air asin (gambar2) Secara fisik, ini sangat baik untuk menjaga keawetan serbuk kayu sebagai filler pada bahan komposit sandwich sebagai bahan untuk kontruksi perahu. Namun demikian waktu perendaman yang hanya ±1000 jam belum bisa dijadikan tolok ukur, mengingat dalam aplikasinya bahan tersebut akan mengalami perendaman yang lebih lama, namun ini bisa menjadi informasi awal yang sangat baik tentang daya tahan air bahan yang terbuat dari jenis Polymer (polyester).

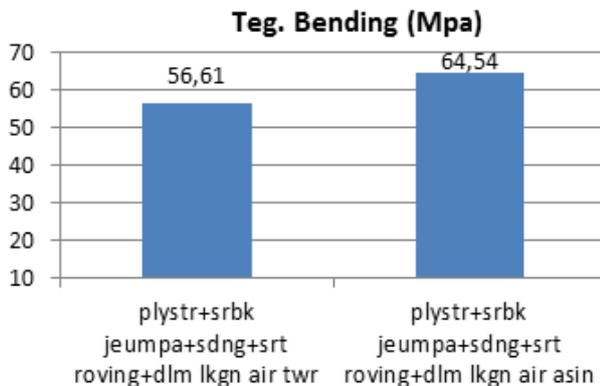


Gambar 2 . Pengaruh jenis Absorpsi Air Pada Komposit Sandwich polyester Sebuk Kayu yang diperkuat dengan serat roving

3.2. Pengaruh Perendaman jenis air tawar dan air asin terhadap kekuatan bending

Disamping mengetahui kadar penyerapan air, maka pengaruh perendaman terhadap kekuatan bending juga menjadi tinjauan utama dalam penelitian ini. Hasil pengujian bending dari specimen yang telah mengalami perendaman dalam air asin dan air tawar Hasil

pengujian didapat kekuatan bending antara spesimen direndam dalam air tawar maupun dalam air asin ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini :



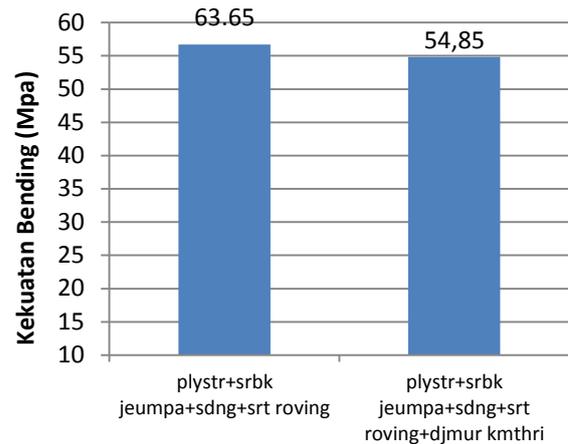
Gambar 3 Pengaruh Jenis Air Asin Dan Air Tawar Perendaman Terhadap Kekuatan Bending

Gambar 3 menjelaskan bahwa spesimen yang direndam dalam air tawar memiliki kekuatan bending yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang direndam dalam air asin, sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis media perendaman memberi pengaruh terhadap kekuatan spesimen. Hal ini berhubungan dengan sifat dari air yang sangat berbeda antara air tawar dan air asin, dimana air asin mengandung tingkat kadar garam yang tinggi yang diasumsikan dapat bereaksi dengan spesimen yang terbuat dari polyester yang memberi efek positif dalam hal peningkatan kekuatannya. Namun asumsi ini perlu dibuktikan lagi melalui penelitian lanjutan.

Pengaruh absorpsi air terhadap kekuatan bahan akibat perendaman sangat mempengaruhi penurunan kekuatan disebabkan oleh penyerapan air dari bahan-bahan penyusunan komposit serbuk kayu tersebut dalam hal ini matrik (resin polyester), serbuk kayu dan serat gelas sangat pengaruh perendaman dalam waktu \pm 1000 jam memberi efek penurunan kekuatan komposit serbuk kayu dalam lingkungan air tawar yang mempunyai tegangan bending 54,61 Mpa dibandingkan dengan perendaman dalam air asin yaitu 64, 54 Mpa.

3.3. Pengaruh pemampangan ke alam terbuka terhadap kekuatan bending

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan pada spesimen yang belum dibentuk menjadi spesimen uji bending yaitu spesimen di biarkan di alam terbuka sehingga terpampang ke sinar matahari, terkena air hujan atau terkena embun pada malam hari. Kemudian spesimen tersebut dibentuk menjadi spesimen uji bending dan dilakukan pengujian. Hasil pengujiannya ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Pengaruh Kekuatan Pemampangan Ke Alam Terbuka Terhadap Kekuatan Bending

Gambar diatas menunjukkan bahwa ada penurunan kekuatan dari specimen akibat pejemuran kesinar matahari selama 30 hari mencapai angka kisaran 10 % dibandingkan dengan specimen tanpa penjemuran. Kekuatan bending yang dimiliki komposit sandwich serbuk kayu dan serat gelas tanpa penjemuran lebih baik dibandingkan dengan kekuatan bending yang mengalami pemaparan disinar matahari. Ini membuktikan bahwa kekuatan bending pada komposit sandwich serbuk kayu dan serat gelas menurun karena pengaruh pemampangan ke alam terbuka. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi alam yang diterima oleh spesimen yaitu pengaruh sinar matahari, air hujan dan embung yang dapat menyebabkan perubahan pada komponen penyusun spesimen yang meliputi matrik, filler dan serat. Penurunan kekuatan akibat penjemuran lebih besar dari panurunan kekuatan oleh perendaman.

3.4. Pengamatan Struktur makro penampang patahan pada komposit sandwich

Pengamatan struktur makro dilakukan dengan menggunakan kamera digital, pengamatan struktur makro bertujuan untuk memitigasi pola kerusakan akibat pembebanan. Hal ini penting untuk dibahas dalam rangka proses perbaikan kelemahan-kelemahan tersebut pada proses penyempurnaan sifat bahan. Proses pemberian beban bending mempengaruhi awal kegagalan spesimen, dimana bagian yang dikenai beban tarik akan mengalami pembeban yang lebih besar, sebaliknya terjadi pada bagian tekan . Maka berdasarkan kondisi tersebut diprediksi bahwa awal kegagalan dimulai pada bagian yang mengalami pembebanan tarik.

Mengingat bahan komposit sandwich adalah bersifat getas, maka setiap ada cacat pada permukaan atau sisi spesimen dalam ukuran mikro, maka dapat menjadi sumber awal kegagalan dimana penjalaran retakan tersebut akan dimulai pada bagian tersebut. Secara garis besar ada 3 macam modus kegagalan bahan

komposit yaitu : patah matrik, patah/putus penguat (serat), delaminasi atau terkelupasnya penguat/pengisi dari matrik dan modulus gabungan patah matrik/penguat dan delaminasi.

Dalam penelitian ini, modulus patahan diperkirakan cukup normal, dimana pola kegagalan specimen dimulai pada bagian kulit terluar yang merupakan bagian terkuat dari struktur komposit sandwich. Indikasi ini ditunjukkan oleh pola patahan matrik dan filler yang cenderung bersudut, yang diikuti oleh patah penguat serat gelas yang kurang beraturan (lihat gambar 5 dan gambar 6)



Gambar 5 Kegagalan Pada Komposit Sandwich Serbuk Kayu pada Perendaman Air Tawar

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa modulus kegagalan pada komposit sandwich yang direndam dalam air tawar ditunjukkan dengan terkelupasnya pada bagian kulit komposit sandwich serbuk kayu, terkelupasnya bagian kulit dari komposit sandwich serbuk kayu menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan dari material komposit. Pada daerah ini sering terjadi rawan untuk terjadi kegagalan atau kegagalan dapat diinisiasi pada bagian ini oleh kehadiran berbagai jenis cacat.



Gambar 6. Pola Patahan Modus Gabungan Pada Spesimen Yang Diperkuat Serat Gelas Roving.

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa komposit sandwich yang diperkuat dengan serat gelas tipe roving

memiliki modulus kegagalan pada komposit tersebut yaitu dengan modulus patah gabungan. Dari gambar 6 diatas menunjukkan bahwa kekompakan pola sambungan pada bagian *interface*, kemudian pola kegagalan pada bagian inti menunjukkan pola patah matrik yang tegak lurus gaya, dan juga terlihat bahwa ada perubahan arah retakan akibat filler tersebut. Patah filler juga terlihat pada komposit serbuk kayu yang menunjukkan bahwa ikatan yang terbentuk cukup padu dan kuat, sehingga bahan tersebut memiliki pola patahan yang normal dengan modulus gabungan.

4 Kesimpulan

Proses perendaman dalam air tawar dapat menurunkan kekuatan bahan komposit sandwich polyester serbuk kayu dan serat gelas. Sedangkan perendaman dalam air asin justru tidak berpengaruh terhadap kekuatan, dimana kekuatannya cenderung tetap. Kadar penyerapan air (absorbs air) oleh kedua media perendaman sangat kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa komposit sandwich polyester serbuk kayu dan serat gelas cukup tahan terhadap air, terutama air asin yang kadar penyerapannya lebih rendah dari air tawar. Analisa fraktography mengindikasikan bahwa permukaan patah menunjukkan pola kegagalan modulus gabungan dan normal, hal ini menunjukkan proses sandwich terjadi dengan baik. Sedangkan perendaman selama ± 400 jam belum memberikan efek perubahan stabilitas mekanik bahan. Bahan komposit sandwich antara komposit polyester serbuk kayu dan serat gelas menunjukkan perilaku mekanik yang cukup baik untuk digunakan sebagai bahan pembuatan perahu nelayan dan kebutuhan structural lainnya seperti papan kontruksi perumahan. Keberadaan bahan alternatif ini dapat menjadi salah satu teknologi inovatif dan konstruktif saat terjadinya bencana alam.

Referensi

- [1] ASTM C 1341-06. 2006. Standard Test Method for Flexural properties of continuous Fiber-reinforced Advance Ceramic Composites
- [2] Callister W. D. 2007. Fundamentals of Materials Science and Engineering, seventh edition, Wiley
- [3] Cerbu, C., dan D. Motoc. 2010. Solution for Improving of The Mechanical Behaviour of the Composite Materials Filled with Wood Flour, Proceedings of the world Congress on Engineering, London, U.K.
- [4] Cerbu, C. 2010, Effect of the Long-Immersion on the Mechanical Behaviour in Case of Some E-glass/Resin Composite Materials, Faculty of Mechanical Engineering, Romania

- [5] Hariyanto, A. 2008. Rekayasa Bahan Komposit Hybrid Sandwich Berpenguat serat kenaf dan serat gelas Dengan core kayu pinus, MEDIA MESIN, Vol. 9, No. 2, ISSN 1411-4348, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [6] Lavalette, A. and R. Pommier. 2012. Tension-Shear (TS) failure Criterion For a Wood Composite Designed for Shipbuilding Application, WCTE, Auckland
- [7] Nunes, A. J. 2006. *Toughening of Wood Particle Coposites-Effects of Sisal Fibers*, Journal of Applied