

Kekuatan Bending Komposit Sandwich Plywood dan Polimer Serat Gelas

Azwar, Abdul Arif Lubis dan Adi Saputra Ismi

Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

Corresponding Author: azwaryunus@gmail.com

Abstrak – Plywood dikenal sebagai bahan yang terbuat dari lembaran vinir kayu yang direkatkan bersama dengan susunan bersilangan tegak lurus dan digunakan secara luas dalam kehidupan. Sifat mekanik dan fisik dari plywood yang dijual secara umum dipasaran belum memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan structural. Maka Rekrayasa bahan plywood sebagai bahan structural keteknikan yang memenuhi persyaratan sifat mekanik dan sifat fisik merupakan wilayah rekrayasa bahan yang prospektif untuk di kembangkan sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada jenis bahan tertentu. Dalam penelitian ini, difokuskan untuk melakukan desain pembuatan bahan komposit sandwich antara plywood dan polimer serat gelas untuk kebutuhan perahu. Yaitu dengan mengoptimalkan desain ketebalan dan arah serat core (plywood) dan ketebalan skin dari komposit sandwich terhadap sifat mekanik (kekuatan bending) melalui pengujian bending 3 titik (ASTM C 1341-06). Kemudian pengaruh bonding agent, dan kekasaran permukaan plywood juga di pelajari sehingga diperoleh bahan komposit sandwich yang optimal. Hasilnya menunjukkan bahwa arah serat bahan plywood yang dipotong sejajar arah serat menghasilkan komposit sandwich yang lebih kuat dibandingkan dipotong melintang serat. Penggunaan 2 lapis serat sebagai kulit (skin) dapat meningkatkan kekuatan bahan komposit sandwich, namun peningkatannya tidak signifikan. Sedangkan ketebalan plywood (core) mempengaruhi kekuatan bahan komposit sandwich, dimana semakin tebal,kekuatannya semakin menurun. Kemudian penggunaan bonding agent MAH dapat sedikit meningkatkan kekuatan bahan komposit sandwich sedangkan tingkat kekasaran permukaan bahan plywood belum menunjukkan pengaruh terhadap kekuatan bending. Copyright © 2016 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

Keywords: Plywood, core, arah serat, skin, komposit sandwich, polimer serat gelas dan uji.

1 Pendahuluan

Rekrayasa bahan plywood sebagai bahan structural keteknikan yang memenuhi persyaratan sifat mekanik dan sifat fisik merupakan wilayah rekrayasa bahan yang prospektif untuk di kembangkan sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada jenis bahan tertentu. Untuk aplikasi pembuatan perahu nelayan yang selama ini di monopoli oleh kayu berkualitas, maka dalam penelitian ini akan ditinjau kelayakan plywood yang diperkuat secara sandwich menggunakan polyester serat gelas sebagai bahan baku perahu.

Selama ini plywood banyak diaplikasikan untuk kebutuhan rumah tangga seperti barang-barang furniture, pintu, dan peralatan rumah tangga lainnya. Plywood sendiri dapat di klasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu : *Custom grade*, *good grades*, *sound & utilities grades*, dan *backing grades*. Plywood sering digunakan karena mempunyai banyak keunggulan yaitu daya tahannya terhadap penyusutan kayu dan

ukuran panjang dan lebar yang tidak mungkin didapatkan dari kayu solid pada posisi kualitas yang sama. Akan tetapi, *ply wood* tidak memiliki daya tahan yang sama kuatnya terhadap cuaca sehingga material ini hanya direkomendasikan untuk perabotan di dalam ruangan (*indoor*). Kelemahan paling besar pada *ply wood* terdapat pada sisi tebalnya. Sisi tebal *ply wood* merupakan bagian yang paling mudah menyerap air dan permukaannya sangat kasar. Untuk mendapatkan kehalusan yang baik harus ditambahkan penutup sisi tebal.

Industri pembuatan perahu atau kapal ukuran sedang adalah salah satu sector yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utamanya. Anne Lavalette, dkk 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. Kayu dengan kualitas baik dengan sifat mekanik yang handal adalah syarat untuk bahan baku kapal atau perahu. Sementara ketersediannya kayu yang sesuai dengan persyaratan diatas sangat sulit didapat, sehingga harganya menjadi sangat mahal. Akibatnya harga perahu menjadi mahal yang secara langsung mempengaruhi kondisi perekonomian para nelayan.

Salah satu solusi yang sangat memungkinkan untuk dikembangkan adalah merekayasa bahan triplek sebagai pengganti kayu untuk dijadikan bahan dasar pembuatan perahu melalui proses sandwich dengan komposit polimer serat gelas. Sehingga diharapkan dapat menjadi solusi bagi para pengrajin perahu nelayan ukuran sedang atau membantu para nelayan tradisional dalam membuat perahu dengan proses yang lebih mudah, ekonomis dan efisien.

2 Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Plywood dengan ketebalan 4 mm, 6 mm dan 8 mm. 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, dan Coupling agent Maleated Andrihide (MAH)

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, Fiber glass roller, Kuas (fiberglass brush) dan Gunting untuk pembuatan specimen; serta Mikrometer, Jangka sorong, Mesin Jig Saw, dan Mesin Milling untuk proses pembentukan specimen uji.

2.2. Prosedur Penelitian

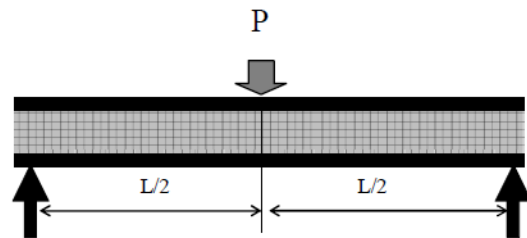
1. Pembuatan Spesimen Uji

Mempersiapkan plywood dengan ketebalan (4 mm dan 6 mm dan 9 mm) dalam bentuk lembaran yang dipotong sesuai dengan ukuran cetakan: kemudian memberi perlakuan pada permukaannya melalui proses pengamplasan dan memvariasikan arah pemotongannya. Kemudian mempersiapkan serat gelas type roving atau CSM dengan memotong sesuai dengan ukuran plywood. Selanjutnya mempersiapkan resin polyester dalam wadah pencampur ukuran ± 200 ml, MAH dan Hardener. Kemudian resin polyester yang telah

dicampur secara homogen di tuangkan pada permukaan dasar cetakan + 1 lapis serat gelas; kemudian plywood (tebal 4 mm dan 6 mm dan 9 mm) di letakkan diatas lapisan tersebut. Selanjutnya pada permukaan triplek tersebut diolesi kembali dengan resin dan 1 lapis serat gelas, dan diratakan dengan menggunakan fiberglass roller atau kuas sehingga seluruh permukaan triplek telah tertutupi. Spesimen dibiarkan mengeras dalam waktu $\pm 12 - 24$ jam.

2. Pembentukan spesimen uji bending

Spesimen uji bending tiga titik (gambar 1) dibentuk menggunakan mesin milling mengacu pada standart ASTM C 1341 – 06 (Standart Test Method for Flexural Properties of Continuous 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 = 25 mm.



Gambar 1. Uji bending 3 titik

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Arah Serat Plywood (core) terhadap kekuatan bending komposit sandwich.

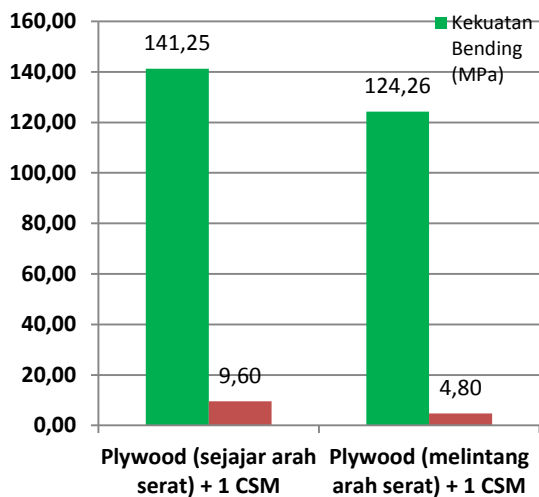
Kajian mengenai arah serat dari plywood dimaksudkan untuk optimasi pada proses pemotongan dan nilai manfaat plywood sebagai core. Ada dua kategori arah serat yang dikaji yaitu arah serat plywood tegak lurus dengan arah pembebanan (*longitudinal*) dan searah dengan arah pembebanan (*transversal*) seperti ditunjukkan 2.



Gambar 2. Plywood yang dipotong tegak lurus arah serat dan sejajar arah serat

Gambar 3 menjelaskan bahwa komposit sandwich plywood dan polyester serat gelas yang di bebani secara sejajar arah serat bahan corenya memiliki kekuatan bending yang lebih baik dibandingkan dengan yang di

bebani secara melintang arah serat. Demikian juga dengan kelenturan (defleksi) yang mampu di tahan oleh bahan tersebut, dimana bahan yang di bebani sejajar arah serat memiliki kelenturan yang lebih besar dibandingkan dengan pembebanan melintang arah serat. Ini mengindikasikan bahwa arah serat dari bahan plywood memegang peranan terhadap kekuatan dan ketahanannya. Hasil pengujian bending di tunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kekuatan bending Komposit sandwich plywood dan polyester serat gelas yang dibebani sejajar dan melintang arah serat bahan core (plywood)

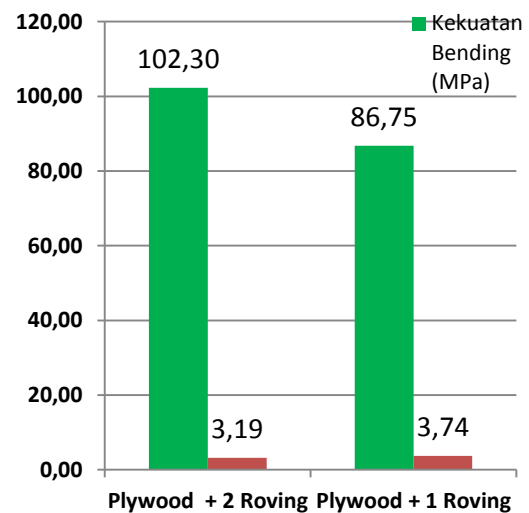
Ini menjadi sangat penting dalam proses rekayasa dan implementasi dari bahan komposit sandwich yang akan di arah kan sebagai bahan dasar pada pembuatan perahu nelayan. Pola kegagalan spesimen dari proses uji bending yang hasilnya di ditampilkan pada gambar 4, yang menunjukkan bahwa spesimen yang mengalami pembebanan sejajar arah serat memperlihatkan pola kegagalan yang lebih rumit, yang mengidkasikan bahwa penjarangan retaknya tidak terjadi dengan mudah, sehingga bahan lebih kuat dan lebih lentur. Sedangkan spesimen yang di bebani melintang arah serat plywood menunjukkan pola kerusakan yang lebih beraturan, penjarangan retak terlihat menjalar diantara serat dan terjadi delaminasi antar lapisan plywood, indikasinya adalah bahan lebih lemah dalam menahan beban dan lenturan.



Gambar 4. Penampang patahan spesimen yang dibebani searah serat plywood dan melintang arah serat plywood.

3.2. Pengaruh ketebalan lapisan kulit (skin) polyester serat gelas terhadap kekuatan bending komposit sandwich

Ketebalan kulit (skin) atau inti (core) diyakini memberikan pengaruh terhadap kekuatan dari bahan komposit sandwich. Secara normal, bila kulit diperkuat dengan 1 lapis serat gelas, maka ketebalan kulit normal adalah 1 mm, maka bila diperkuat dengan 2 lapis serat gelas, ketebalannya akan menjadi 1.5 – 2 mm. Maka pengaruh penggunaan 1 lapis serat gelas dan 2 lapis serat gelas sebagai penguat akan dipelajari, mengingat penambahan ketebalan kulit akan berimbang pada naiknya harga produk. Bila kenaikan harga di imbangi oleh kenaikan kekuatan, maka itu sesuai dengan kaidah yang berlaku, namun bila sebaliknya, maka tentunya akan sangat merugikan.



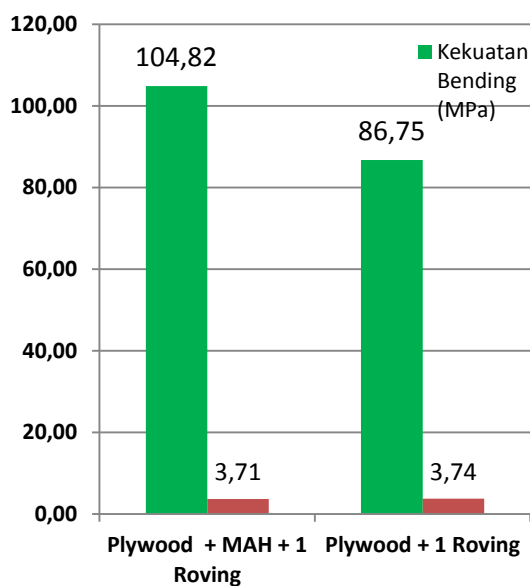
Gambar 5. Pengaruh ketebalan kulit (skin) komposit polyester serat gelas terhadap kekuatan bending komposit sandwich plywood (core)

Spesimen uji dibuat menggunakan *plywood* ketebalan 8 mm yang diperkuat dengan kulit dari komposit polyester serat gelas type roving (1 mm dan 2 mm). Hasil dari pengujian bending komposit *sandwich* dengan ketebalan skin 1 lapis (1 mm) adalah 86.75 MPa dengan lenturan 3.74 mm. Sedangkan untuk komposit *sandwich* dengan ketebalan skin 2 lapis (± 2 mm) adalah 102.3 MPa dengan kelenturan 3.19 mm, seperti ditunjukkan pada gambar 5.

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 5 menyatakan bahwa ketebalan skin berpengaruh terhadap kekuatan bending. Hal ini berhubungan dengan efek penguatan yang mampu di berikan oleh 2 lapisan serat gelas yaitu dengan berperan sebagai penahan beban bending dan melindungi core dari kegagalan yang berimbang pada kegagalan specimen (produk). Maka dalam hal ini optimasi ketebalan skin yang ekonomis menjadi sangat penting dalam menghasilkan bahan komposit sandwich bahan pembuatan perahu dengan harga yang terjangkau.

3.3. Pengaruh penambahan bonding agent (maleated andrihede MAH) terhadap kekuatan bending komposit sandwich

Maleat andrihida (MAH) pada komposit sandwich berfungsi sebagai *coupling agent* atau perekat antara skin dan core. Pada penelitian ini maleat andrihida(MAH)di tambahkan kedalam resin dengan komposisi campuran sebanyak 2 % dari volume resin. Pada proses pembuatan specimen, resin polyester di campur dengan MAH sebelum di oles pada permukaan plywood (core) dengan ketebalan 8 mm yang diperkuat dengan 1 lapis serat gelas Roving. Pengaruh dari penambahan MAH terhadap kekuatan bending di sarikan pada gambar 6.



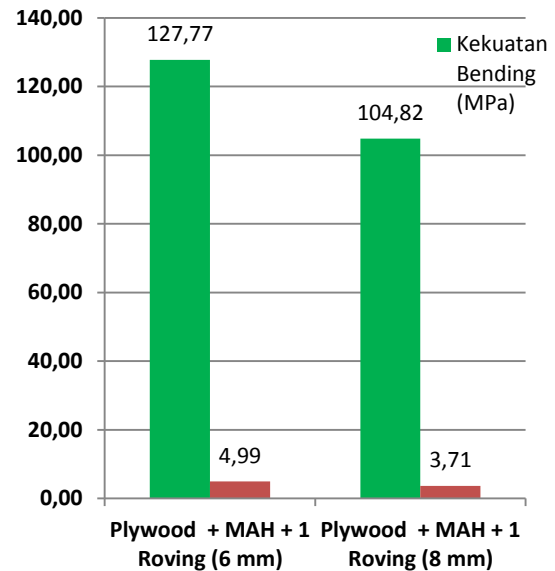
Gambar 6. Pengaruh penambahan MAH pada pembuatan komposit sandwich plywood dan polyester serat gelas.

Dari hasil tersebut diketahui komposit *sandwich* dengan penambahan MAH pada proses pembuatannya memiliki kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit *sandwich* dengan ketebalan skin dan core yang sama akan tetapi tidak menggunakan MAH. Nilai kekuatan lentur dari komposit *sandwich polyester* dengan MAH adalah 104.82 MPa persentase peningkatan kekuatan mencapai 20 % dari komposit *sandwich polyester* tanpa maleat andrihida (MAH). Hal ini membuktikan bahwa MAH mampu memperbaiki ikatan pada bagian interface antara core dan skin dan juga antara matrik resin polyester dengan serat gelas.

3.4. Pengaruh ketebalan core (plywood) terhadap kekuatan bending komposit sandwich.

Core adalah bagian inti dari komposit *sandwich* dengan core plywood, dengan variasi ukuran ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. dengan merk *twinfish*. Tebal skin dari komposit *sandwich* adalah 1mm menggunakan

serat gelas tipe *roving*(tenunan). Hasil dari perbandingannya dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini yang mengindikasikan bahwa ketebalan core berpengaruh terhadap kekuatan yaitu komposit *sandwich*, dimana semakin tebal plywood kekuatannya menurun.



Gambar 7. Pengaruh ketebalan core (plywood) terhadap kekuatan bending.

Kegagalan yang terjadi pada specimen uji dengan variasi ketebalan *core plywood* adalah delaminasi antara lapisan vinir. Ikatan antara vinir terlepas pada saat specimen diberikan beban yang menyebabkan specimen tidak mampu untuk menahan beban lebih besar. Bentuk kegagalan pada specimen uji ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pola kegagalan Specimen yang di inisiasi oleh delaminasi pada bagian lapisan core.

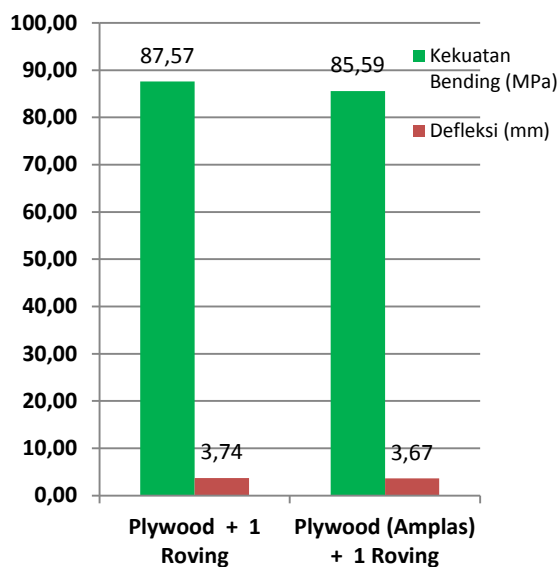
Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kedua specimen uji dengan variasi ketebalan *core* 6 mm dan 8 mm memiliki pola kegagalan yang identik yaitu lepasnya ikatan antara vinir akibat proses pembebanan. Sedangkan pada bagian *interface* antara skin dan core terlihat masih merekat dengan baik pada saat specimen gagal.

Mengacu pada hasil pengujian dan pola kegagalan specimen, maka dapat dijelaskan bahwa semakin tebal core maka kemampuannya dalam menerima beban

semakin kecil yang diakibatkan ketidakmampuan core dalam mentransfer beban akibat delaminasi antar lapisan vinir. Maka dalam hal ini, kualitas plywood memegang peranan penting yaitu dibutuhkan plywood yang memiliki kualitas yang baik dengan ikatan antar lapisan yang kuat.

3.5. Pengaruh kekasaran permukaan plywood (core) terhadap kekuatan bending komposit sandwich.

Pengaruh kekasaran permukaan bahan plywood (core), dipelajari melalui pengamplasan bahan plywood sebelum dibuat menjadi komposit *sandwich*. Pengamplasan dilakukan secara manual menggunakan kertas pasir no. 400, dan 600. Hasil pengujian bending ditunjukkan oleh gambar 9.



Gambar 9. Kekuatan bending spesimen yang menggunakan plywood yang dihaluskan dan plywood yang tidak dihaluskan.

Pola kegagalan spesimen yang permukaan plywood dihaluskan sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 10 yang mengindikasikan bahwa kegagalan di inisiasi pada bagian interface yaitu lepasnya ikatan antara skin dan core yang kemungkinan disebabkan oleh penurunan nilai kekasaran permukaan sehingga memperkecil luas penampang yang bersentuhan.



Gambar 10. Permukaan patahan spesimen yang dibuat dari bahan plywood (core) yang dihaluskan

Mengacu pada hasil yang ditunjukkan oleh gambar 10, terlihat bahwa kekasaran permukaan memberikan sedikit pengaruh, dimana plywood yang dihaluskan

permukaannya, kekuatan bendingnya sedikit dibawah spesimen yang dibuat dari bahan plywood yang tidak dihaluskan. Perbedaan yang sangat tipis mengindikasikan bahwa sulit mengambil suatu kesimpulan bahwa kekasaran permukaan plywood berpengaruh, maka dari itu perlu dilanjutkan dengan penelitian lanjutan dengan membuat permukaan plywood menjadi lebih kasar, sehingga pengaruhnya bisa dibandingkan. Namun sisi positifnya bila kekasaran permukaan tidak berpengaruh, maka dapat menjadi sisi ekonomis terhadap produk yang dihasilkan.

4 Kesimpulan

1. Arah serat bahan plywood sebagai core berpengaruh terhadap kekuatan bahan komposit sandwich, dimana plywood yang dipotong sejajar arah serat memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dipotong melintang serat.
2. Penggunaan 2 lapis serat sebagai kulit (skin) dapat meningkatkan kekuatan bahan komposit sandwich, namun peningkatannya tidak signifikan.
3. Sedangkan ketebalan plywood (core) mempengaruhi kekuatan bahan komposit sandwich, dimana semakin tebal, kekuatannya semakin menurun.
4. Penggunaan bonding agent MAH dapat sedikit meningkatkan kekuatan bahan komposit sandwich, namun komposit sandwich tanpa MAH juga memiliki kekuatan yang memadai.
5. Permukaan bahan plywood yang lebih halus tidak menunjukkan pengaruh terhadap kekuatan kekuatan bending

Referensi

- [1] ASTM C 1341-06, Standart test Methods for Flexural Properties of Continuous Fiber Reinforce Advance Ceramic. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- [2] ASTM D 570-98, water absorption test of plastic material. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- [3] ASTM D 3039. 2001. *Standard Test Method for Tensile Properties For Polymer Matrix Composite Materials*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- [4] Anne Lavalette, Regis Pommier, et. All, 2012, Tension-Shear (TS) failure Criterion For a Wood Composite Designed for Shipbuilding Application, WCTE, Auckland.
- [5] Camelia CERBU, 2010, Effect of the Long-Immersion on the Mechanical Behaviour in Case of Some E-glass/Resin Composite Materials, Faculty of Mechanical Engineering, Romania.
- [6] Kouassi Serge P. Kouadio, 2001, Durability of Fiberglass Composite Sheet Piles in Water, McGill University, Montreal-Canada, May 2001.
- [7] Lavalette, A. and R. Pommier. 2012. Tension-Shear (TS) failure Criterion For a Wood Composite Designed for Shipbuilding Application, WCTE, Auckland