

KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT *HYRID* SERAT BAMBU ORI DAN SERAT RAMI PADA *SKIN* DAN BERPENGUAT SERBUK KAYU SENGON LAUT SERTA SERBUK TEMPURUNG KELAPA PADA *CORE* MENGGUNAKAN MATRIK *POLYESTER*

Agus Hariyanto¹, Ryzky Apriandana²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: agus.hariyanto@ums.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ketebalan *core* dan variasi fraksi volume terhadap peningkatan kekuatan bending dan dampak komposit hybrid sandwich kombinasi serat rami dan serat bambu bermatrik polyester dengan kombinasi *core* serbuk kayu sengon laut dan serbuk tempurung kelapa. Bahan utama penelitian adalah serbuk kayu sengon laut dengan mesh 20 dan serbuk tempurung kelapa dengan mesh 4, serat rami (anyam), serat bambu ori (acak), resin unsaturated polyester 157 BQTN. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Fraksi volume penguat (V_f) *core* adalah 5%, 10%, 20%, 30% dan 40%, sedangkan fraksi volume penguat (V_f) *skin* 40%. Untuk tebal *core* adalah 5 mm, 10 mm, 15 mm dan 20 mm, sedangkan tebal *skin* 5 mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending dan dampak mengacu pada standar ASTM C 393-00 dan ASTM D 6110. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan menahan momen bending dan kekuatan dampak komposit hybrid sandwich meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume dan ketebalan pada *core*. Kekuatan momen bending komposit hybrid sandwich memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serbuk (V_f) 40% dengan tebal *core* 20 mm yaitu 147669,23 N.mm. Kekuatan dampak paling optimum pada fraksi volume penguat (V_f) 40% dengan tebal *core* 20 mm yaitu 0,05640 J/mm². Tahapan pola kegagalan komposit hybrid sandwich adalah kegagalan tekan *skin*, kegagalan geser *core* dan delaminasi *skin* dengan *core*.

Kata Kunci : Hybrid Sandwich, Fraksi Volume, Tebal Core, Pengujian Bending dan Pengujian Dampak

ENDAHULUAN

Pada era sekarang perkembangan teknologi di bidang rekayasa material terus berkembang dan melahirkan material yang terbentuk dari perpaduan dua atau lebih material yang digabungkan secara makroskopis dengan tujuan mendapatkan suatu material baru yang mempunyai sifat dari perpaduan sifat penyusunnya yang disebut sebagai komposit. Dalam penggabungan secara makroskopis sendiri dapat dibedakan secara visual, penggabungannya lebih secara fisis dan mekanis serta dapat dipisahkan secara fisis dan mekanis. Komposit sendiri memiliki banyak macam baik dari klasifikasi bentuk matrik penyusun maupun dari penguatannya. Komposit sandwich merupakan salah satu jenis dari komposit dari klasifikasi penguatnya. Komposit *sandwich* terdiri dari 3 layer yaitu *skin*, *core* dan *skin*.

Di negara Indonesia yang merupakan negara beriklim tropis terdapat banyak berbagai tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan komposit yang biasa disebut dengan bahan komposit serat alam. Salah satu tumbuhan yang memiliki serat yang bagus untuk bahan komposit adalah tanaman rami. Tanaman yang berasal dari cina ini juga tumbuh subur di Indonesia. Tanaman berbentuk dan berumur panjang ini memiliki karakteristik batang yang cukup tinggi sekitar 2 meter, batangnya kecil dan lurus. Serat rami dari tanaman ini biasanya digunakan untuk produk tekstil dan juga industri pertahanan seperti rompi anti peluru dan kandungan selulosa yang cukup baik digunakan sebagai bahan baku isian dorong peluru. Untuk bagian dari komposit *sandwich* sendiri serat rami bisa digunakan sebagai bahan untuk membuat *skin*.

Bambu juga salah satu tumbuhan yang tumbuh subur di Indonesia. Bambu ori merupakan salah satu bahan serat alam yang memiliki kekuatan yang cukup baik. Serat bambu ori ini juga merupakan salah satu bahan pembuat *skin* dari komposit *sandwich*.

Kayu sengon laut merupakan komoditi kayu yang luas penggunaannya di Indonesia, namun hanya sekitar 60% - 70% yang diolah menjadi produk siap jual dari proses pengolahannya, sisanya berupa limbah serbuk gergaji. Limbah berupa serbuk gergaji yang cukup banyak ini biasa digunakan sebagai campuran batako, media menanam maupun hanya sebagai bahan bakar untuk kompor kayu. Serbuk kayu ini sebenarnya juga dapat digunakan sebagai bahan komposit, dalam hal ini adalah sebagai bahan pembuat *core* pada komposit *sandwich*.

Oleh karena beberapa hal diatas penelitian ini mengacu pada pembuatan komposit *sandwich* berpenguat serat bambu dan serat rami dengan *core* berpenguat hibrid bermatrik poliester, yang diperuntukan untuk mengetahui kekuatannya dengan uji bending, dampak dan foto makro, tentunya dengan standar yang telah ditentukan sebelumnya.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan bending komposit pada variasi tebal *core* 5mm, 10mm, 15mm, 20mm dan variasi fraksi volume penguat (V_f) *core* 5%, 10%, 20%, 30%, 40% dengan standar ASTM C 393. Mengetahui kekuatan dampak komposit pada variasi tebal *core* 5mm, 10mm, 15mm, 20mm dan variasi fraksi volume penguat (V_f) *core* 5%, 10%, 20%, 30%, 40% dengan standar ASTM D 6110. Foto makro untuk mengamati pola kerusakan setelah uji bending dan dampak..

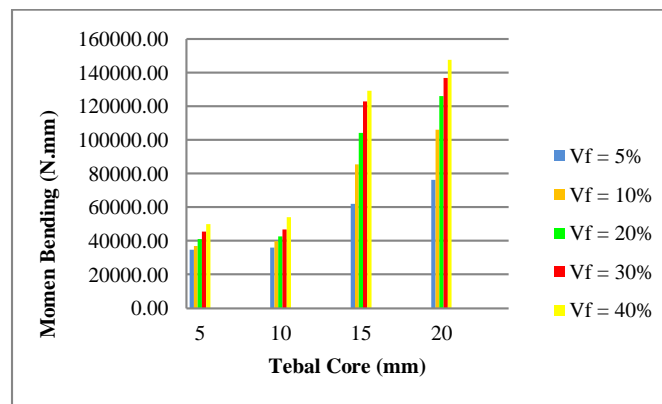
METODE PENELITIAN

Bahan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah : Serbuk kayu sengon laut (*mesh* 20), Serbuk tempurung kelapa (*mesh* 4), Serat rami (anyam), Serat bambu ori (acak), alkali NaOH 5%, *epoxy* resin, Katalis MEKPO (*Metyl Etyl Keton Peroksida*) dan *Resin Unsaturated Polyester 157 BQTN*.

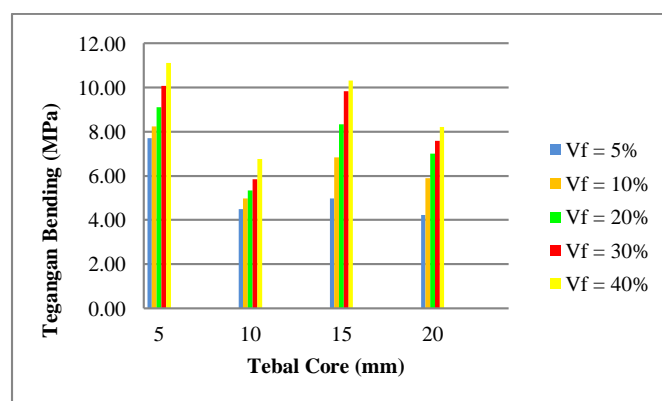
Peralatan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah : Timbangan digital, Gelas ukur, Alat suntik medis, *Screening* (penyaring), *Mold* (cetakan), Jangka sorong, Gerinda, Pengaduk (*mixer*), Bor tangan dan alat uji kadar air. Setelah itu dilakukan proses pengujian, peralatan yang digunakan adalah Alat uji *impact charpy*, Alat uji bending dan kamera DSLR untuk pengamatan foto makro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

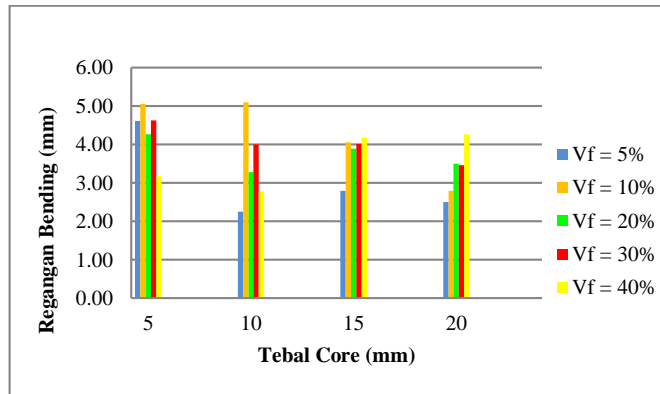
Hasil pengujian bending dan analisis data dalam berbagai variasi fraksi volume ditunjukkan pada Gambar 1, 2, 3, 4 dan 5, sedangkan grafik momen bending, tegangan bending, regangan bending, *facing bending*, *core shear stress*, modulus elastisitas, dan kekakuan bending versus tebal *core* diperlihatkan masing-masing pada gambar 2, 3, 4, 6, 7 dan grafik tegangan bending versus regangan bending diperlihatkan pada gambar 5.



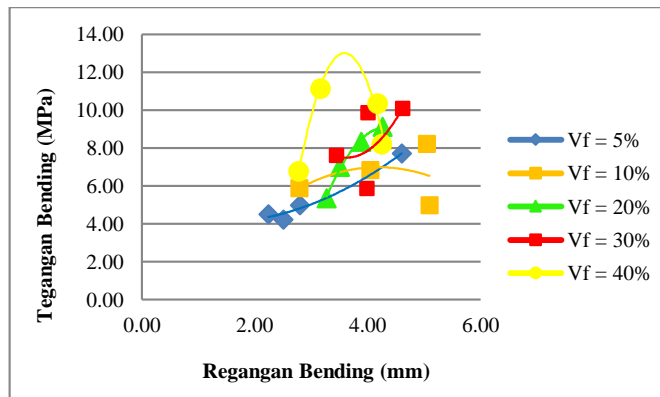
Gambar 1. Momen Bending vs Tebal Core pada variasi Fraksi Volume (V_f)



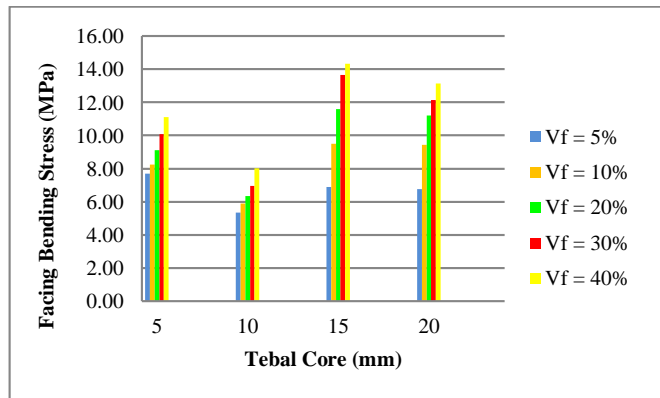
Gambar 2. Tegangan Bending vs Tebal Core pada variasi V_f .



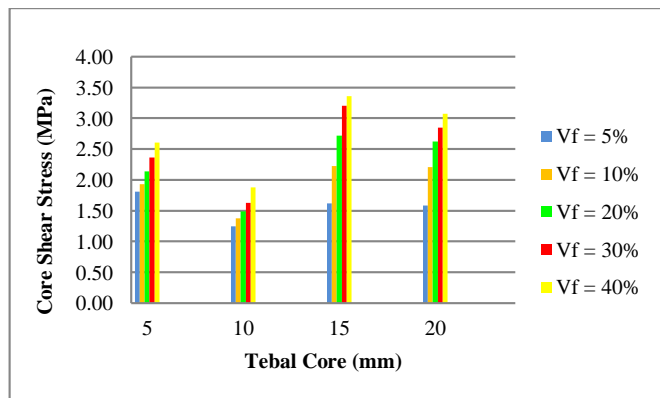
Gambar 3. Regangan Bending vs Tebal Core pada variasi Vf.



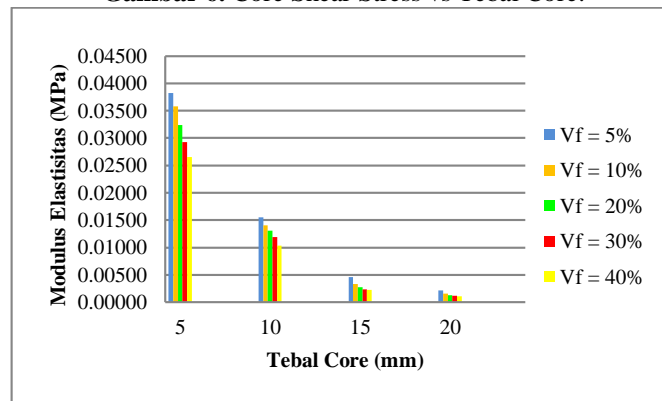
Gambar 4. Tegangan Bending vs Regangan bending



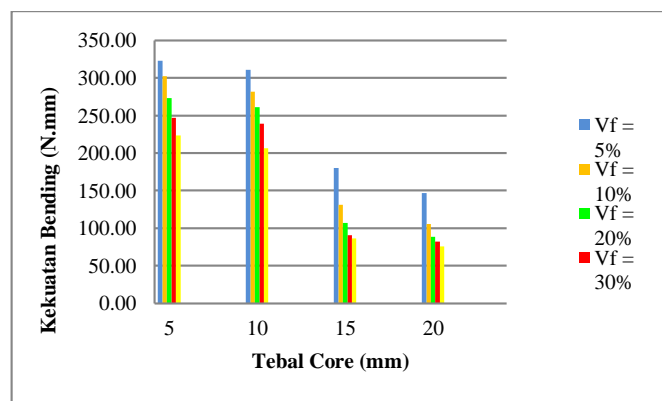
Gambar 5. Facing Bending vs Tebal Core.



Gambar 6. Core Shear Stress vs Tebal Core.

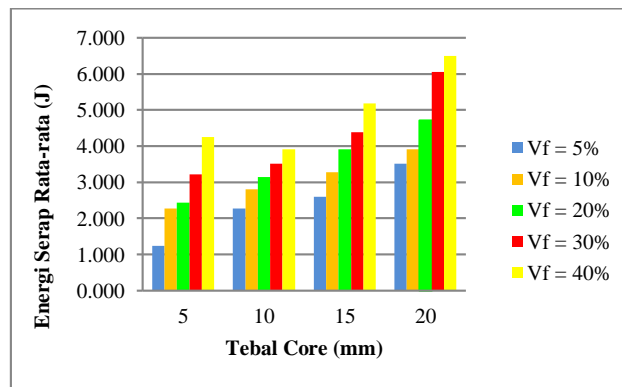


Gambar 7. Modulus Elastisitas vs Tebal Core.

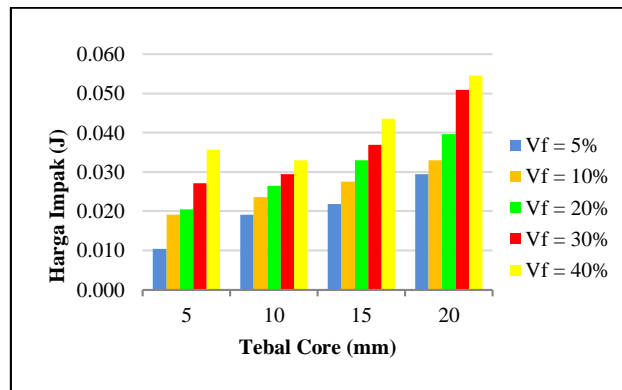


Gambar 8. Kekuatan Bending vs Tebal Core.

Kekuatan bending maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat (V_f) = 5% dan pada ketebalan *core* = 5 mm yaitu sebesar 322,72 N/mm, sedangkan Kekuatan bending minimum komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat = 40% dan ketebalan *core* = 20 mm yaitu sebesar 75,74 N/mm. Hasil pengujian *impact* dan analisis data dalam berbagai variasi ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10.



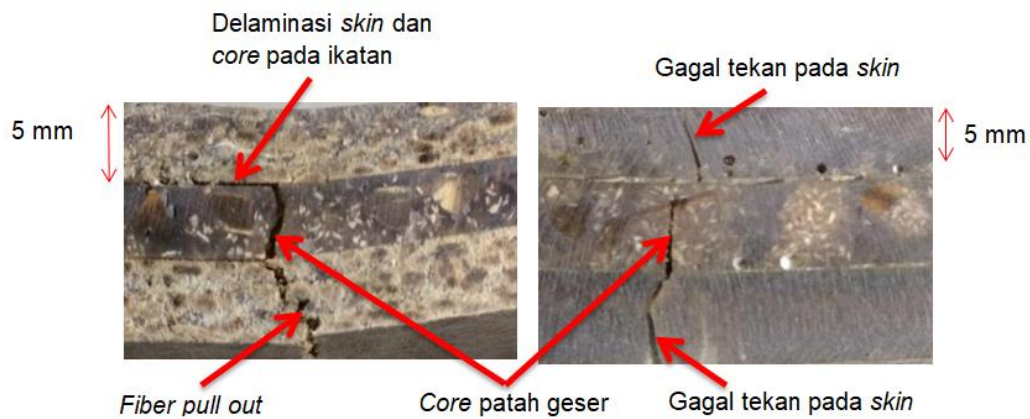
Gambar 9. Energi Serap vs Tebal Core.



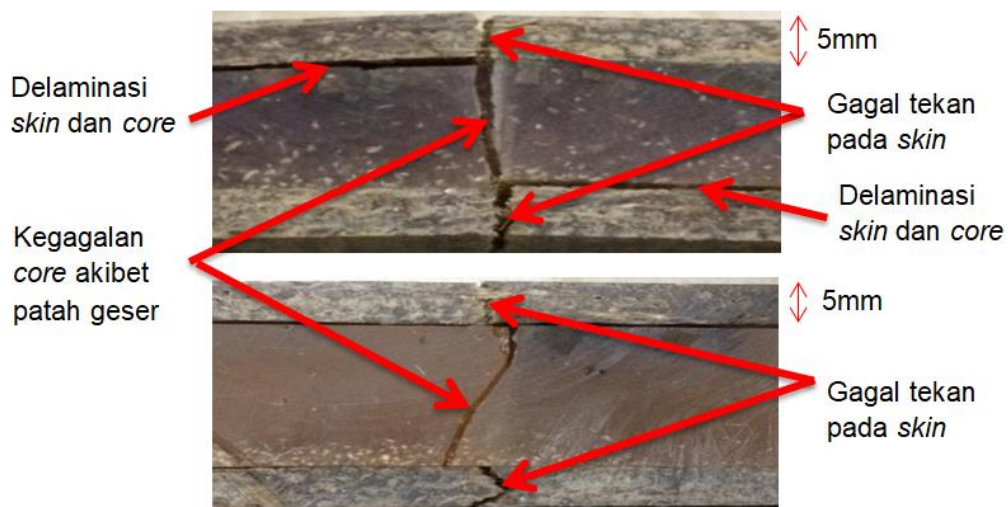
Gambar 10. Harga Impak vs Tebal Core

Analisa data yang diperoleh dari uji impact komposit *hybrid sandwich* harga impact maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat = 5% dan ketebalan *core* = 5mm yaitu sebesar 0,010 J/mm², sedangkan harga impact maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat = 40% dan ketebalan *core* = 20 mm yaitu sebesar 0,55 J/mm².

Analisis Pola Kegagalan Bending dan Impact



Gambar 11. Penampang Patahan Kegagalan Bending



Gambar 12. Penampang Patahan Kegagalan Impact

Kegagalan bending komposit *hybrid sandwich* ditunjukkan pada gambar 10 Secara umum, pola kegagalan diawali dengan retakan pada komposit *skin* yang menderita tegangan tarik. Kemudian, beban bending tersebut didistribusikan pada *core* sehingga menyebabkan *core* mengalami kegagalan. *Skin* yang semula menderita beban tekan akhirnya mengalami kegagalan seiring dengan gagalnya *core*. secara jelas adanya kegagalan tarik pada komposit *skin* bawah, gagal geser *core* dan kegagalan tekan pada *skin* atas. Mekanisme patahan terjadi karena kegagalan komposit *sandwich* akibat beban bending berawal dari *skin* komposit sisi belakang (bawah) dan dilanjutkan dengan kegagalan *core*, delaminasi *skin* dan *core* pada ikatan *interfacial*.

Tahapan kegagalan komposit *hybrid sandwich* pada pengujian bending adalah *core* patah geser, *fiber pull out* dan delaminasi *skin* dan *core* pada ikatan *interfacial*. Dan tahapan kegagalan komposit *hybrid sandwich* pada pengujian impact adalah kegagalan *core* akibat patah geser, gagal tekan pada *skin* dan delaminasi *skin* dan *core*.

Sedangkan kegagalan *impact* komposit *hybrid sandwich* di tunjukan pada gambar 11 kegagalan ini umumnya diawali dengan retakan pada komposit *skin* yang menderita tegangan tarik. Kemudian beban *impact* tersebut didistribusikan pada *core* mengalami kegagalan. *Skin* yang semula menderita beban tekan akhirnya mengalami kegagalan seiring dengan gagalnya *core*. Dari spesimen uji mengalami kegagalan tekan pada komposit *skin* atas, patah geser *core* dan kegagalan tekan pada kedua *skin*. Mekanisme patahan terjadi karena kegagalan komposit *hybrid sandwich* akibat beban *impact* berawal dari *skin* komposit sisi belakang dan dilanjutkan dengan kegagalan *core*.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan yang diperoleh maka dapat di tarik kesimpulan bahwa kekuatan bending maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat (V_f) = 5% dan pada ketebalan *core* = 5 mm yaitu sebesar 322,72 N/mm, sedangkan Kekuatan bending minimum komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat = 40% dan ketebalan *core* = 20 mm yaitu sebesar 75,74 N/mm. Harga impact maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat = 5% dan ketebalan *core* = 5 mm yaitu sebesar 0,010 J/mm², sedangkan harga impact maksimal komposit *hybrid sandwich* terdapat pada fraksi volume penguat (V_f) = 40% dan ketebalan *core* = 20 mm yaitu 0,55 J/mm². Dari hasil pengamatan foto makro, komposit *hybrid sandwich* (KHS) berpenguat serbuk dan serat bermatrik *polyester* mempunyai tahapan pola kegagalan komposit *hybrid sandwich* adalah kegagalan tekan *skin*, kegagalan geser *core*, delaminasi *skin* dengan *core*.

Daftar Pustaka

- ASTM International. 2004. *Standard Test Method for Determining Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics (ASTM D 6110-04)*, United State : ASTM International
- ASTM International. 2000. *Standart Test Method for Flexural Properties of Sandwich Construction (ASTM C 393)*, United State : ASTM International
- Callister, WD. 2007. *Material Science and Engineering An Introduction*. New York : John Willey and Sons, Inc.
- Gibson, 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc.
- Hariyanto, A. 2007. *Peningkatan Ketahanan Bending Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Serat Gelas Bermatrik Polyester Dengan Core Kayu Sengon Laut*. Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.
- Hartanto, L. 2009. *Study Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik dan Impact Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Poliester BQTN 157*, Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.
- Jones, MR. 1975. *Mechanics of Composite Material*, Hemisphere Publishing Co : New York
- Lukkassen, D., dan Meidell, A. 13 Oktober 2003. *Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes*, edisi III, HiN : Narvik University College.
- Mueller, Dieter. H. 2003. *New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers*. Journal of Industrial Textiles, Vol 33. No 22 Sage Publications.
- Nugroho ATP. 2011. *Pengaruh Tebal Skin dan Core Terhadap Kekuatan Bending Komposit Sandwich Serat Rami - Poliester Dengan Core Sekam Padi - Urea Formaldehyde*, Universitas Sebelas Maret : Surakarta.