



Pembuatan Material *Sandwich Panel* Sebagai Pengganti Konstruksi Geladak Kapal Kayu di Wilayah Madura

Windra Iswidodo¹, Heni Siswanti², Akhmad Maulidi³, Hasnal Syarifudin⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Negeri Madura

¹Email: iswidodo@poltera.ac.id*

Abstract

Sandwich panels are a combination of two wooden plates separated by a *core*. The benefits of using this specimen are still not maximized, only limited to non-structural use in the manufacture of wooden ships. The purpose of this study was to determine the characteristics of *sandwich panel* specimens using the casting method and the *hand layup* method. The results of the density test of the casting method have a better value with a value of 1.11 grams/cm³ while pure wood has a density value of 1.21 grams/cm³. The bending strength results from the *hand layup* method have a better value with a value of 1299.7 N/mm² while pure wood has a bending strength value of 619.7 N/mm². This study concludes that *sandwich panel* specimens can replace pure wood.

Keywords: sandwich panel, density; bending, casting, hand layup

Abstrak

Sandwich panel adalah kombinasi antara dua pelat kayu yang dipisahkan oleh bagian inti (*core*). Manfaat dari penggunaan spesimen ini masih belum maksimal hanya sebatas penggunaan non struktural pada pembuatan kapal kayu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik spesimen *sandwich panel* dengan metode *casting* dan metode *hand layup*. Hasil pengujian densitas metode *casting* memiliki nilai yang lebih baik dengan nilai 1,11 gram/cm³ sedangkan kayu murni memiliki nilai densitas 1,21 gram/cm³. Hasil kekuatan *bending* dari metode *hand layup* memiliki nilai yang lebih baik dengan nilai 1299,7 N/mm² sedangkan kayu murni memiliki nilai kekuatan *bending* 619,7 N/mm². Penelitian ini menyimpulkan bahwa spesimen *sandwich panel* dapat menggantikan kayu murni.

Kata kunci: *sandwich panel*, densitas; *bending*, *casting*, *hand layup*

Diterima Redaksi: 2022-09-12 | Selesai Revisi: 2022-11-24 | Diterbitkan Online : 2022-12-01

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat dan semakin maju, para pelaku industri kapal kayu dituntut untuk melakukan inovasi dalam menghasilkan suatu hal yang baru dan mempunyai nilai tambah bagi industri perkapalan yang membutuhkan terobosan untuk merasakan perkembangan teknologi yang ada. Oleh karena itu, berhubungan dengan inovasi dalam hal pembuatan kapal kayu perlu adanya pembuatan material *sandwich panel* pada bagian konstruksi yang nantinya bermanfaat sebagai bahan pengganti kayu dan mengurangi bahan baku kayu. Pengaplikasian *sandwich panel* pada pembuatan kapal kayu masih sangat terbatas yaitu sebagai non struktural seperti pelapis pintu, pelapis kusen, panel atap dan dinding. Berdasarkan kekuatan mekanik, struktur yang mudah dibangun dan dapat mengurangi kebutuhan penegar pada konstruksi kapal

kayu sudah sepantasnya *sandwich panel* dapat diaplikasikan pada pembuatan kapal kayu. Pembahasan inilah yang akan dilakukan identifikasi pada material *sandwich panel* dengan melakukan berbagai pengujian guna menghasilkan kekuatan dengan standarisasi tinggi agar dapat diaplikasikan terutama dalam pembuatan kapal kayu [1].

Pemilihan material inti dan hasil pengujian yang telah dilakukan untuk *Sandwich Panel*, material inti yang digunakan dalam lapisan *Sandwich Panel* adalah Syntheticresin dengan komposisi 50 persen Resin, 50 persen Talc dan 0.3 persen Catalyst. Nilai densitas material 1728 kg/m³, Tensile strength 24.75 Mpa, Modulus elastisitas 546.95 Mpa, dan Modulus geser 273.48 Mpa. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa material *Sandwich Panel* dapat menggantikan sistem konstruksi pada geladak kapal



dengan pengurangan berat konstruksi 13,08 persen dari geladak dengan sistem konstruksi konvensional menggunakan pelat baja [2].

Sandwich panel yaitu jenis komposit yang terdiri dari tiga lapisan yaitu dua lapisan *face* yang ditambah dengan *adhesive*, dan lapisan *core*. *Face* pada struktur komposit *sandwich*, terbuat dari material komposit yang sudah jadi dan berfungsi sebagai penahan beban aksial serta *bending*. Sedangkan *core* berfungsi untuk mendistribusikan fisik dan mekanik pada *sandwich panel* beban aksial menjadi beban geser pada seluruh permukaan yang terjadi akibat pembebanan dari luar. Pada konstruksi kapal kayu penerapan *sandwich panel* adalah kombinasi antara dua pelat kayu yang dipisahkan oleh bagian inti (*core*) [3].

Penelitian sebelumnya telah dipelajari pengaruh proses sandwich pada beberapa jenis kayu bakal perahu kecil jenis Bayu dan Damasui yang menunjukkan bahwa lapisan polyester serat gelas dapat melindungi kayu sebagai core dari penyerapan air sehingga diperkirakan akan lebih awet dan tahan lama. Demikian juga dengan perbaikan kekuatan lenturnya yang meningkat hingga rata-rata mencapai 35 % pada penggunaan 1 lapis serat gelas, dan meningkat dengan penambahan lapisan serat gelas. Serat gelas tipe woven roving (WR) menunjukkan superior dibanding serat tipe chopped strain mat (CSM) sehingga lebih di rekomendasikan [4].

Bahan core kayu Sengon (lunak) menghasilkan peningkatan kekuatan lentur yang sangat signifikan hingga 92 % dibandingkan core kayu Damasui dengan peningkatan hanya 5.1%. hasil pengujian juga menunjukkan bahwa kekuatan dipengaruhi oleh ikatan pada bagian sambungan interface permukaan core dan skin yang berhubungan dengan kemampuan resin berpenetrasi ke dalam permukaan kayu untuk menghasilkan sambungan yang baik dan padu. sedangkan core kayu Merbau dan Damar Laut proses sandwich menghasilkan peningkatan kekuatan lentur sekitar 14 %. Maka, kayu Sengon yang telah dilapisi dengan komposit polyester serat gelas memenuhi syarat mekanik dan fisik sebagai bahan perahu. Demikian juga dengan ke 3 jenis kayu lainnya, kekuatan lenturnya juga mengalami peningkatan [5].

Contoh material *sandwich panel* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Contoh material *Sandwich panel*

Modifikasi kekuatan kayu untuk meningkatkan perilaku mekaniknya melalui penguatan secara eksternal atau internal. Diharapkan kayu yang diperkuat serat gelas ini dapat menjadikan kayu lebih superior sehingga bisa digunakan dalam penggunaan yang teknik yang rumit seperti konstruksi bangunan sipil, transportasi, industri, atau penggunaan dalam bidang konstruksi mesin dan dunia otomotif [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui material *sandwich panel* dengan bahan kayu bakal lambung kapal yang lebih baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan perahu di wilayah Madura. Selain ini identifikasi karakteristik material dari kekuatan lentur dari dua metode pembuatan material *sandwich panel* sebagai bahan kayu bakal lambung perahu di wilayah Madura yaitu dengan metode *casting* dan *hand lay up*.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 2 metode pembuatan yaitu *hand layup* dan *casting*. Pada metode *hand layup* terdapat variasi pemberian lapisan *woven roving* dan variasi kayu murni sebagai pembanding. Pada metode *casting* terdapat perbandingan variasi *resin*, *talc*, dan *catalyst* yang berbeda yaitu 90%,70% dan 50 % dari berat total *synthetic resin* setelah itu akan dibuat spesimen *sandwich panel* dan spesimen kayu murni sebagai pembanding. Setelah pembuatan material selesai akan dilakukan pengujian *bending* yang mengacu pada standar pengujian *ASTM D790-03*. Dari hasil pengujian kekuatan material *Sandwich* diharapkan mendapatkan nilai koefisien yang memenuhi standar BKI dan menjadi bahan alternatif dalam penentuan material. oleh karena itu dengan memberikan solusi baru bagi pembuatan kapal kayu nantinya trend penggunaan material *sandwich* bisa dimanfaatkan oleh galangan kapal kayu sebagai salah satu alternatif bahan pengganti. Berdasarkan uraian ini maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pemanfaatan *sandwich panel* dan nantinya akan diterapkan pada geladak kapal kayu [7].

Penelitian ini menggunakan material *sandwich panel* dan diaplikasikan pada geladak kapal kayu dengan menggunakan variasi jenis kayu yang berbeda (*face kayu*) yaitu kayu Jati, Meranti, Mahoni, dan Kempas. Pemilihan kayu tersebut sesuai dengan karakteristik tabel seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Jenis kayu yang akan di uji [8]

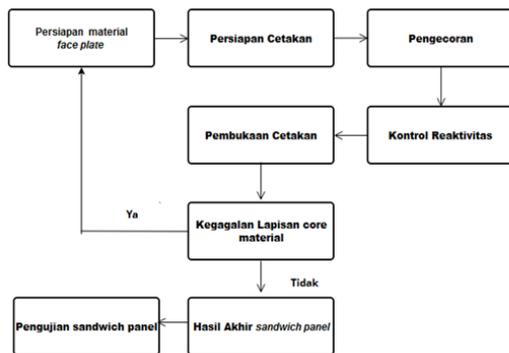
Jenis Kayu	Berat jenis (kg/m ³)	Kelas		Pemakaian
		Awet	Kuat	
Jati	0,7 – 0,93	I - (II)	II	Semua bagian kapal
Meranti	0,3 – 0,86	II - IV	I-IV	Papan geladak, konstruksi di atas garis air
Mahoni	0,5 – 0,65	III	I-III	Kulit, papan geladak. Gading, galar, dan balok-balok
Kempas	0,83 – 0,99	III - IV	I-II	Lunas, linggi, dan senta

• Perencanaan spesimen *sandwich panel*

Pembuatan variasi material *sandwich panel* menggunakan 2 metode yaitu *hand layup* dan casting. pada pembuatan *hand layup* terdapat lapisan woven roving dengan variasi yang terdiri dari 7 Layer sedangkan metode casting terdapat variasi A (90% resin dengan 10% *talca*), variasi B (50% resin dengan 50% *talca*) dan variasi C (70% resin dengan 30% *talca*) sedangkan untuk *catalyst* adalah 0,3% dari volume resin.

• Proses pembuatan *Sandwich panel*

Sebagai landasan untuk mudah dipahami berikut ini ditunjukkan skema metode pembuatan *sandwich panel* yang ditunjukkan pada gambar berikut [9].



Gambar 2. Skema Pembuatan *Sandwich Panel*

a) Persiapan material *face skin* kayu

Material faceplate menggunakan 4 jenis kayu berbeda yaitu kayu jati, mahoni, meranti dan kempas, selanjutnya disiapkan untuk dipasang pada cetakan sebagai material dari *sandwich panel*. Sebelum material *face skin* kayu dipasang terlebih dahulu *face skin* kayu dipotong menyesuaikan dimensional spesimen uji seperti pada gambar berikut

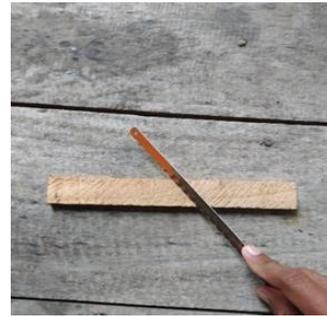


Gambar 3. Pembuatan *Face Skin* Kayu

Setelah pemotongan *face skin* kayu, selanjutnya dilakukan pengkasaran permukaan *face skin* kayu dengan gergaji hingga permukaan menjadi lebih kasar dari sebelumnya seperti pada gambar berikut.

Setelah pemotongan *face skin* kayu, selanjutnya dilakukan pengkasaran permukaan *face skin* kayu

dengan gergaji hingga permukaan menjadi lebih kasar dari sebelumnya seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Proses Pengkasaran *Face Skin* Kayu

b) Pembuatan cetakan

Dalam hal keperluan pembuatan spesimen pengujian *sandwich panel*, diperlukan cetakan dasar yang sesuai dengan ukuran dimensional seperti pada gambar berikut

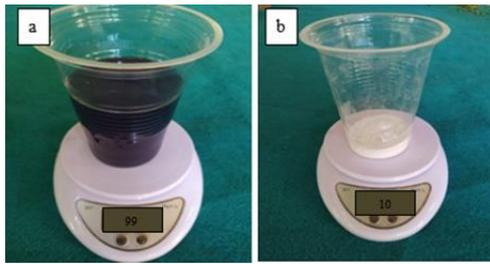


Gambar 5. Pembuatan Cetakan Metode Casting Dan *Hand Layup*

c) Pembuatan *core sandwich panel*

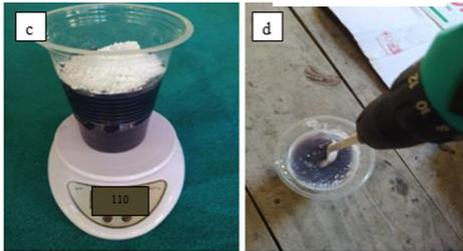
• Metode *casting*

Pada tahap selanjutnya dilakukan pembuatan *core* material dengan bahan baku yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya. Langkah pertama adalah menghitung volume spesimen uji yang akan dicetak, kemudian menentukan volume dan berat *Resin*, *talca*, dan katalis untuk proses pencampuran. Setelah itu bahan baku yang telah tercampur dituang pada cetakan yang telah disiapkan sebelumnya. Gambar berikut menunjukkan proses pembuatan *core* material dengan variasi komposisi resin 90% dengan *talca* 10% dan proses pengecoran *core* material pada cetakan.



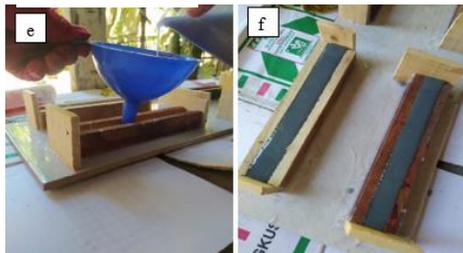
Resin dengan takaran 99

Talc dengan takaran 11 gram



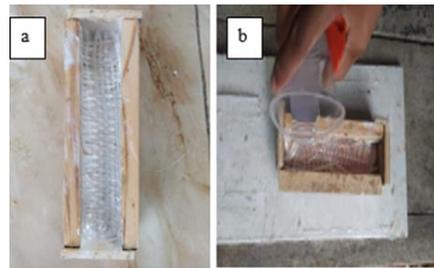
Campuran Resin+talc+catalyst

Proses pencampuran adonan



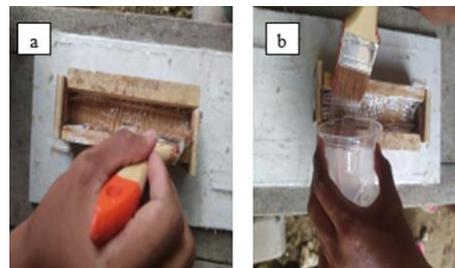
Penuangan adonan ke cetakan

Menunggu adonan mengeras



Gambar 7. Pembuatan Core Material Metode Hand Layup

Setelah itu dilakukan kuasan menggunakan campuran resin dan talc menggunakan alat bantu kuas. Setelah core memenuhi dengan tebal 2 cm maka dilakukan pemberian face skin sebagai penutup seperti pada gambar berikut.



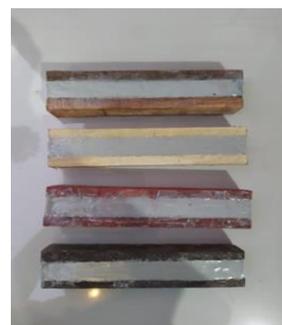
d) Hasil pembuatan spesimen

• Metode hand layup

Pada pembuatan metode *hand layup* [10], proses pembuatan *face skin*nya sama seperti metode *casting* yang membedakan hanya pada proses pembuatan *core* spesimen yaitu pada woven roving di potong sesuai dengan panjang dan lebar spesimen seperti pada gambar berikut:



Gambar 6. Pemotongan Woven Roving Mengikuti Panjang Dan Lebar Spesimen.



Gambar 8. Hasil Pembuatan Sandwich Panel Metode Casting Dengan Variasi A



Gambar 9. Hasil Pembuatan *Sandwich Panel* Metode *Hand Layup* Dengan Pemberian *Woven Roving*



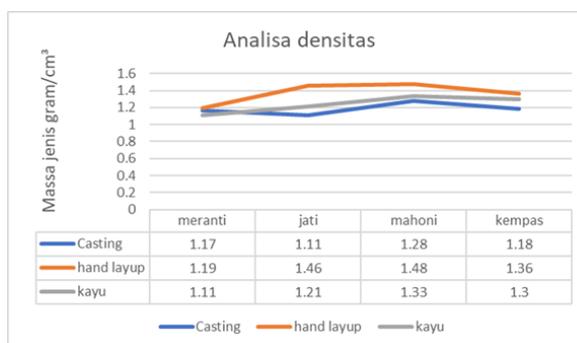
Gambar 11. Pengukuran Densitas Untuk Spesimen *Hand Layup*

3. Hasil dan Pembahasan

a) Pengujian Densitas

Berdasarkan penentuan komposisi material inti yang akan digunakan sebagai *core* dari material *sandwich panel*, maka 4 jenis komposisi *core* material diidentifikasi karakteristik nilai berat volume yang dihasilkan, sebagai pembandingan material inti dengan spesimen kayu. Pada penelitian ini diharapkan dengan variasi komposisi *talc* dan *woven roving* dapat menghasilkan nilai densitas yang sama dengan spesimen kayu pembandingan. Perbandingan spesimen metode casting dan *hand layup* dengan menggunakan empat *face skin* kayu yang berbeda yaitu kayu jati, kayu mahoni, kayu kempas dan kayu meranti.

- Analisa hasil densitas dari metode casting, metode *hand layup* dan kayu pembandingan.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Densitas



Gambar 10. Pengukuran Densitas Untuk Spesimen Casting

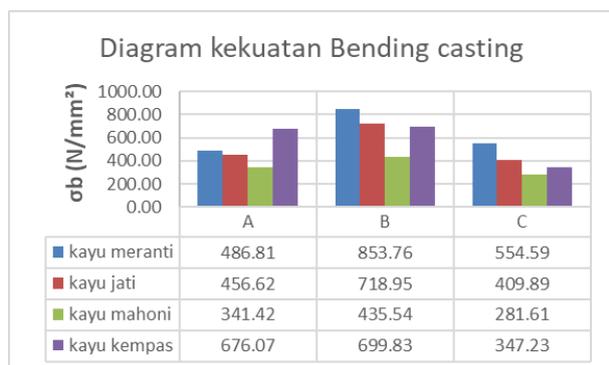
Dari hasil densitas dari setiap spesimen memiliki nilai densitas yang berbeda dikarenakan perbedaan komposisi dari setiap spesimen metode casting, metode *hand layup* dan kayu pembandingan. Dimensi dari setiap spesimen memiliki panjang 18 cm tebal 3 cm dan tinggi 4 cm. Setelah dilakukan perbandingan dari setiap metode nilai metode *hand layup* memiliki nilai terbesar dari pada metode yang lain. hal ini dipengaruhi oleh pemberian *woven roving* yang terdiri dari 7 lapis sehingga massanya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai densitas metode casting dan kayu pembandingan. Nilai tertinggi pada metode *hand layup* terdapat pada *face skin* kayu mahoni dengan densitas 1.48 gram/cm³ untuk metode casting nilai tertinggi terdapat metode C pada *face skin* kayu mahoni dengan nilai densitas 1,28 gram/cm. sedangkan nilai tertinggi pada spesimen kayu pembandingan terdapat pada kayu mahoni dengan nilai densitas sebesar 1,33 N/mm². Berdasarkan hasil perbandingan densitas metode *hand layup* masih belum bisa disamakan dengan kayu murni dikarenakan memiliki nilai lebih tinggi sedangkan metode casting memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kayu murni sehingga dari segi berat dapat menggantikan kayu murni.

b) Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan suatu material dalam menerima beban secara vertikal hingga material tersebut tidak dapat kembali pada posisi semula atau hingga material tersebut mengalami kerusakan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian bending pada 4 variasi perbandingan *sandwich panel* dengan *face skin* kayu yang berbeda dan juga dilakukan perbandingan dengan spesimen kayu utuh dengan dimensi yang sama dengan *sandwich panel*

• Grafik Kekuatan Bending Metode Casting

Hasil kekuatan *bending* metode spesimen *casting* terdapat pada gambar sebagai berikut

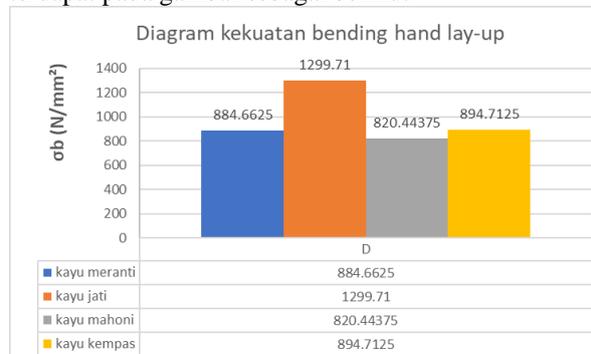


Gambar 13. Grafik Kekuatan Bending Spesimen Casting

Berdasarkan hasil grafik pada gambar di atas nilai kekuatan bending pada material *sandwich panel* nilai tertinggi terdapat pada komposisi variasi B (70% resin dan 30% *talc*). Sedangkan nilai terendah kekuatan bending terdapat pada spesimen *sandwich panel* dengan variasi C (50% resin dengan 50% *talc*). Hal ini dipengaruhi oleh sifat material *sandwich panel* variasi tersebut yang bersifat getas sehingga material *sandwich panel* tersebut tidak mampu menahan lebih kuat dibandingkan dengan variasi *sandwich panel* yang lain.

• Grafik Kekuatan Bending Metode Hand Layup

Hasil kekuatan *bending* metode spesimen *hand layup* terdapat pada gambar sebagai berikut



Gambar 14. Grafik Kekuatan Bending Spesimen Hand Layup

Berdasarkan hasil grafik pada gambar di atas nilai tertinggi dari perhitungan kekuatan *bending* terdapat pada spesimen *sandwich panel* dengan *face skin* kayu jati dengan kekuatan *bending* sebesar 1299,71 N/mm². sedangkan nilai terendah terdapat pada *sandwich panel* dengan *face skin* kayu mahoni dengan kekuatan *Bending* sebesar 820,44 N/mm². Setelah dilakukan perbandingan dengan metode *casting* nilai kekuatan *bending* metode *hand lay-up* memiliki nilai kekuatan *bending* lebih besar. Hal tersebut dikarenakan perbedaan komposisi yang ada pada *core* spesimen sehingga nilai kekuatan *bending* memiliki perbedaan dari kedua metode tersebut.

• Analisa Hasil Kekuatan Bending Dari Metode Casting, Metode Hand Layup Dan Kayu Pemandangan.



Gambar 15. Grafik Perbandingan Nilai Kekuatan Bending

Dari hasil kekuatan *bending* dari setiap spesimen memiliki nilai kekuatan yang berbeda dikarenakan perbedaan komposisi dari setiap spesimen baik metode *casting*, metode *hand layup* dan kayu murni. Dimensi dari setiap spesimen memiliki dimensi yang sama dengan panjang 18 cm tebal 3 cm dan tinggi 4 cm. Pada grafik di atas terdapat perbandingan nilai kekuatan *bending* dari metode *casting*, Metode *hand layup* dan kayu murni. Pada gambar tersebut dihasilkan nilai kekuatan *bending hand layup* memiliki nilai tertinggi di bandingkan dengan nilai metode *casting* dan kayu murni dikarenakan ada pengaruh pemberian lapisan *woven roving*. Setelah di analisis spesimen dengan metode *hand layup* lebih baik dari segi kekuatan *bending* dengan nilai 1299,7 N/mm² sedangkan kayu murni memiliki nilai kekuatan tertinggi 619,7 N/mm².

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai densitas pada metode *casting* memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan kayu murni. Pada spesimen *face skin* kayu jati sebesar 1,11 gram/cm³ sedangkan nilai densitas kayu murni memiliki nilai yang lebih besar yaitu 1,21 gram/cm³. jadi selisih pada kedua spesimen tersebut adalah 0,10 gram/cm³ sehingga apabila spesimen *sandwich* diterapkan pada konstruksi geladak kapal kayu kapal memiliki bobot yang lebih ringan.

- Nilai kekuatan pada metode handlayup memiliki nilai yang baik dibandingkan dengan kayu murni. Pada spesimen *face skin* kayu jati sebesar 1299,7 N/mm² sedangkan nilai kekuatan bending kayu murni memiliki yang kecil yaitu 619,7 N/mm². Jadi selisih pada kedua spesimen tersebut 680 N/mm² sehingga apabila spesimen sandwich diterapkan pada konstruksi geladak kapal kayu memiliki kekuatan yang baik.

Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui skema pendanaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2022 dari Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi (DAPTV).

Daftar Rujukan

- [1] S. H. Sujiatanti, A. Zubaydi, and A. Budipriyanto, "Finite Element Analysis of Ship Deck Sandwich Panel," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 874, pp. 134–139, January 2018.
- [2] Hasbu Rida Mutasiana, "Pengaruh Variasi Ketebalan Core Honeycomb Kardus Tipe Bc-Flute Terhadap Karakteristik Bending Komposit Sandwich Serat Cantula," Universitas Sebelas Maret, 2014.
- [3] A. Azwar, A. S. Ismy, and S. Saifuddin, "Penguatan kayu dan plywood melalui proses sandwich dengan komposit polyester serat gelas untuk bahan pembuatan perahu," *J. POLIMESIN*, vol. 14, no. 1, pp. 14, 2016.
- [4] E. Panangian, et al., "Analisis Kekuatan Pelat Sandwich pada Geladak dan Sisi dengan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [5] A. Yunus, Saifuddin, Marzuki, and D. Arifin, "Kekuatan lentur komposit sandwich kayu bakal lambung perahu sebagai core dan polyester serat gelas sebagai skin," *J. POLIMESIN ISSN 1693-5462*, vol. 18, no. 1, pp. 16–22, 2020, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin>
- [6] K. V Ramakrishnan and N. Architect, "Applications of Sandwich Plate System for Ship Structures," *Int. Conf. Emerg. Trends Eng. Manag.*, pp. 83–90, 2016, [Online]. Available: www.iosrjournals.org
- [7] ASTM, *ASTM D790-03*. US.
- [8] BKI, "Peraturan Kapal Kayu," Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 1996.
- [9] E. Utomo, A. Zubaydi, and A. Budipriyanto, "Metode Pembuatan Sandwich Panel Pada Skala Laboratorium Untuk Konstruksi Kapal," *Wave*, 2017.
- [10] S. Ardhy, M. E. E. Putra, and I. I. Islahuddin, "Pembuatan Kapal Nelayan Fiberglass Kota Padang Dengan Metode Hand Lay Up," *Rang Tek. J.*, vol. 2, no. 1, 2019.