

JURNAL

**KARAKTERISTIK PROPERTIS FISIK DAN MEKANIS KOMPOSIT
SERBUK KAYU – AMPAS TEBU
SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI KAPAL**

**OLEH
FAJRI RAMDHAN**



**JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2019**

KARAKTERISTIK PROPERTIS FISIK DAN MEKANIS KOMPOSIT SERBUK KAYU – AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI KAPAL

Oleh:

Fajri Ramdhan¹⁾, T. Ersti Yulika Sari²⁾, Polaris Nasution²⁾.
Email: fajriramdhan34@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan kayu sebagai bahan utama dalam pembuatan kapal selalu meningkat dan perolehan kayu yang berkualitas untuk dijadikan bahan konstruksi pembuatan kapal semakin sulit untuk ditemui di pasaran, karena hal ini disebabkan menipisnya ketersediaan kayu di hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis dari komposit serbuk kayu dan ampas tebu, sehingga dapat digunakan sebagai bahan konstruksi kapal. Dalam pembuatan spesimen uji mengacu pada standar ASTM dan JIS. Sedangkan pengujian fisik berat dan kerapatan mengacu pada standar ASTM D970 dan pengujian penyerapan air JIS A5980. Pengujian mekanis bending mengacu pada standar ASTM D790-02, uji tarik ASTM D638-08 dan uji impact ASTM D5942-96. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap air terbesar adalah komposit serbuk kayu 60% dan ampas tebu 40% sebesar 13,47%, dan kerapatan terbesar adalah komposit serbuk kayu 80% yaitu sebesar 1078,29 kg/m³. Pengujian mekanis bending tertinggi adalah komposit serbuk kayu 20% yaitu sebesar 29,689 Mpa yang setara dengan kuat kayu kelas III, uji tarik terbesar adalah komposit serbuk kayu 40% sebesar 25,2547 Mpa yang setara dengan kuat kayu kelas V, dan uji impact terbesar adalah komposit serbuk kayu 40% yaitu 0,0469 J/mm². Berdasarkan hasil penelitian bahwa komposit serbuk kayu dan ampas tebu bisa digunakan untuk sebagai bahan konstruksi kulit luar dan rumah geladak.

Kata kunci: serbuk kayu, ampas tebu, ASTM, JIS, komposit, bending, tarik, impact

- 1) Mahasiswa Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
- 2) Dosen Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

CHARACTERISTICS PROPERTIES OF PHYSICAL AND MECHANICAL COMPOSITE WOOD POWDER – BAGASSE AS SHIP CONSTRUCTION MATERIAL

By:

Fajri Ramdhan¹⁾, T. Ersti Yulika Sari²⁾, Polaris Nasution²⁾.
Email: fajriramdhan34@gmail.com

Abstract

The need for wood as the main ingredient in shipbuilding is always increasing and the acquisition of quality wood for construction of shipbuilding is increasingly difficult to find on the market, because this is due to the depletion of wood in the forest. This study aims to determine the physical and mechanical properties of wood powder composites and bagasse, so that they can be used as ship construction materials. In making test specimens refer to ASTM and JIS standards. While the physical testing of weight and density refers to the ASTM D970 standard and JIS A5980 water absorption test. Mechanical bending testing refers to the ASTM D790-02 standard, the ASTM D638-08 tensile test and the ASTM D5942-96 impact test. The results showed that the largest water absorption was composite wood powder 60% and bagasse 40% by 13,47%, and the largest density was a composite of wood powder 80% which was 1078,29 kg/m³. The highest bending mechanical test is a composite of wood powder 20% which is equal to 29,689 Mpa which is strongly equivalent to class III wood, the largest tensile test is a composite of wood powder 40% by 25,2547 Mpa which is strongly equivalent to grade V wood, and the biggest impact test is composite 40% wood powder which is 0,0469 J/mm². Based on the results of the study that composite wood powder and bagasse can be used as construction materials for outer shells and deck houses.

Keywords : Wood powder, bagasse, ASTM, JIS, composite, bending, tensile, impact

- 1) Student Majoring In Fisheries Resource, Faculty Of Fisheries And Marine, University Of Riau.
- 2) Lecturer Majoring In Fisheries Resource, Faculty Of Fisheries And Marine, University Of Riau.

. PENDAHULUAN

Saat ini kayu yang dihasilkan hutan alam semakin berkurang dan berbanding terbalik terhadap kebutuhan kayu yang semakin meningkat. Pada tahun 2008 kebutuhan kayu mencapai lebih dari 46 juta m³, akan tetapi hutan alam hanya mampu menyediakan sekitar 32 juta m³ (Departemen Kehutanan, 2009). Sementara itu, perolehan kayu yang berkualitas untuk dijadikan bahan utama dalam pembuatan kapal semakin sulit ditemui di pasaran, hal ini disebabkan menipisnya kesediaan kayu di hutan alam (Fiqri *et al.*, 2017).

Keterbatasan persediaan kayu akan berdampak terhadap kelangsungan industri galangan kapal. Karena sebagian besar industri galangan kapal perikanan yang ada di Indonesia masih bersifat tradisional dan menggunakan material utama pembuatannya adalah kayu. Sedangkan produksi kayu hasil hutan di Indonesia pada saat ini semakin menurun dan menyebabkan keterbatasan serta harga kayu yang tidak ekonomis (Kusumanti, 2009).

Kayu yang berpotensi untuk bahan pembuatan kapal saat ini sangat sulit untuk diperoleh. Meskipun dapat diperoleh, namun hanya berbentuk serbuk hasil dari penggergajian. Serbuk kayu tidak dapat larut di dalam air, sehingga serbuk dari sisa pemotongan kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat dalam komposit karena memiliki unsur *lignin* sebesar 18% - 28% (Febrianto, 2003).



Gambar 1. Serbuk Kayu

Selain menggunakan serbuk kayu ampas tebu juga dapat dijadikan alternatif bahan baku karena serat ini mudah

diperoleh dan hampir ada di seluruh pelosok Indonesia. Serat ampas tebu lebih ramah lingkungan karena merupakan serat natural dan pengolahannya yang lebih mudah (Yudo dan Jatmiko, 2008). Ampas tebu mengandung *lignoselulosa* yang panjang serat antara 1,7 mm sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro meter. Serat ampas tebu tidak dapat larut dalam air, sehingga ampas tebu memenuhi syarat untuk diolah menjadi papan buatan (Husin, 2002).



Gambar 2. Serbuk Ampas Tebu

Penelitian dalam pembuatan papan partikel dari ampas tebu yang telah dilakukan Heri (2009) menyatakan bahwa sifat mekanis dari beberapa serat alami menunjukkan serat ampas tebu memiliki kekuatan impact tertinggi yaitu 3200 Mpa, pemanjangannya sebesar 25% dibandingkan dengan serat alami lainnya.

Mengingat ketersediaan kayu yang mulai menipis, maka upaya yang sudah dikembangkan adalah pembuatan papan komposit (Widodo *et al.*, 2004). Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda dan menjadi suatu material baru yang memiliki sifat lebih baik dari kedua material penyusunnya (matriks dan serat) (Aguswandi *et al.*, 2016).

. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan (*eksperimental*) atau melakukan pengujian secara langsung. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan papan komposit dengan menggunakan serat ampas tebu dan serbuk gergaji kayu

sebagai serat penguat. Papan komposit dilakukan pengujian mekanis uji *bending* sesuai dengan standar ASTM D790-02, uji tarik sesuai dengan standar ASTM D638-03 dan uji *impact* sesuai dengan standar ASTM D5942-96.

Dalam pembuatan komposit, hal perlu dilakukan terlebih dahulu adalah:

- . Pembuatan cetakan dengan ukuran 200mmx 170mm x 7mm
- . Persiapan serbuk gergaji dan ampas tebu
- . Perbandingan komposisi komposit

Tabel 1. Perbandingan Komposisi Komposit

| Spesimen | Volume Komposisi Bahan (%) | |
|----------|----------------------------|------------|
| | Serbuk Kayu | Ampas Tebu |
| A | 10 | 90 |
| B | 20 | 80 |
| C | 30 | 70 |
| D | 40 | 60 |
| E | 50 | 50 |
| F | 60 | 40 |
| G | 70 | 30 |
| H | 80 | 20 |
| I | 90 | 10 |

- . Perbandingan matriks yaitu campuran antara resin dan katalis dengan perbandingan yang sesuai.
- . Perbandingan matriks dan komposit.
- . Pembuatan spesimen papan komposit
Dalam pembuatan spesimen, perlu dilakukan sebagai berikut:
 - Siapkan cetakan yang sudah diolesi mirror glaze.

- Campurkan komposit serbuk kayu dan ampas tebu
- Tambahkan komposit tersebut dengan matriks, dan aduk hingga merata
- Tuangkan ke dalam cetakan, ratakan dan tutup dengan rapat.
- . Kemudian setelah semua selesai, dilakukan pengujian mekanis yang meliputi: bending, impak dan tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Propertis Fisik

- . Berat dan daya serap

Pengukuran berat dan daya serap air spesimen dilakukan dengan menimbang berat dari setiap jenis spesimen sebelum dan sesudah direndam dengan air selama 24 jam. Pengukuran ini mengacu pada pangujian standar JIS A 5908 (2003), dengan menggunakan persamaan:

$$\% = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100$$

Dimana :

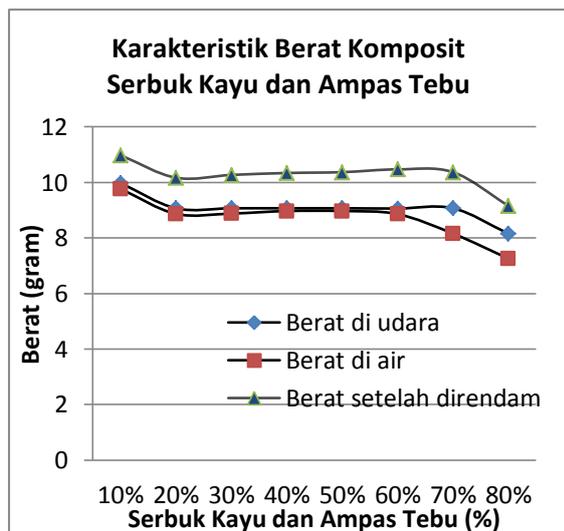
m_1 : Berat di udara

m_0 : Berat setelah direndam

Untuk mengetahui daya serap air spesimen dapat dilakukan dengan mengkondisikan bahan tersebut dengan suatu lingkungan sedemikian sehingga terjadi penyerapan air oleh bahan dalam rentang waktu tertentu (Nasution P, 2014). Selanjutnya dibandingkan dengan berat spesimen setelah spesimen tersebut menyerap air dan sebelumnya.

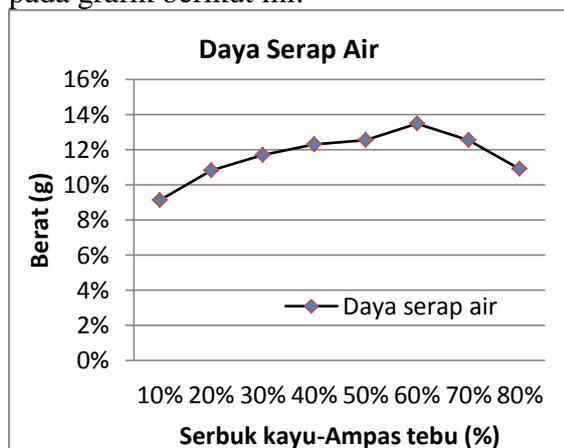
Tabel 2. Berat, Daya Serap Air dan Kerapatan

| Komposit | | Volume (cm ³) | Berat Total Spesimen | | | | Density Kg/m ³ |
|-------------|------------|---------------------------|----------------------|---------------|------------------|------------------|---------------------------|
| Serbuk Kayu | Ampas Tebu | | Di Udara (gram) | Di Air (gram) | Spesifik Grafity | Setelah Direndam | |
| 10 % | 90 % | 8,75 | 9,98 | 9,77 | 0,2062 | 10,98 | 205,72 |
| 20 % | 80 % | 8,75 | 9,07 | 8,87 | 0,2161 | 10,17 | 215,58 |
| 30 % | 70 % | 8,75 | 9,07 | 8,88 | 0,2053 | 10,27 | 204,80 |
| 40 % | 60 % | 8,75 | 9,07 | 8,97 | 0,1080 | 10,34 | 107,79 |
| 50 % | 50 % | 8,75 | 9,07 | 8,97 | 0,1080 | 10,37 | 107,79 |
| 60 % | 40 % | 8,75 | 9,06 | 8,86 | 0,2163 | 10,47 | 215,82 |
| 70 % | 30 % | 8,75 | 9,07 | 8,16 | 0,9832 | 10,37 | 980,88 |
| 80 % | 20 % | 8,75 | 8,16 | 7,26 | 1,0809 | 9,16 | 1078,29 |



Gambar 3. Grafik Berat

Peningkatan berat disebabkan karena semakin banyaknya jumlah komposit serbuk kayu maka semakin meningkat bobot daya serap air pada spesimen yang mencapai 13,47% pada komposit serbuk kayu 60% dan ampas tebu 40%. Terlihat pada grafik berikut ini.



Gambar 4. Grafik Daya Serap

Kerapatan (*Density*)

Kerapatan (*density*) spesimen diukur berdasarkan standar uji ASTM D792-08 yang diawali dengan melakukan pengukuran berat spesimen di dalam air dengan menggunakan timbangan digital. wadah untuk tempat meletakkan spesimen yang akan diukur dipasang kawat singker di setiap sudut agar spesimen masih dapat bergerak ataupun mengembang di pertengahan fluida perendaman. Spesimen diupayakan agar tetap terendam dan masih dapat bergerak dan mengalami gaya tekan ke atas permukaan air selama pengukuran

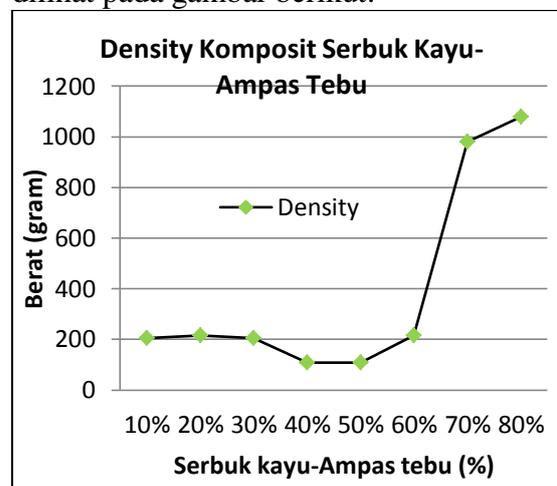
dilakukan (Manohar, 2012). Pengukuran dilakukan selama 10 detik perendaman di dalam air, hal ini bertujuan agar spesimen dapat meminimalkan air yang masuk ke dalam serat.

Density dan Spesifik Gravity dapat dihitung berdasarkan persamaan standar ASTM D-792-08:

$$\text{Spesifik Gravity} = \frac{\text{Mass in Air}}{\text{Mass in Air} - \text{Mass in water}}$$

$$\text{Density} = (\text{Spesifik Gravity} \times 997,6) \text{ kg/m}^3$$

Dimana $997,6 \text{ kg/m}^3$ adalah densitas air pada suhu 23°C . sehingga diperoleh pengukuran dan perhitungan *spesifik gravity* dan kerapatan masing-masing dari komposit specimen. Kerapatan dapat dilihat pada gambar berikut:



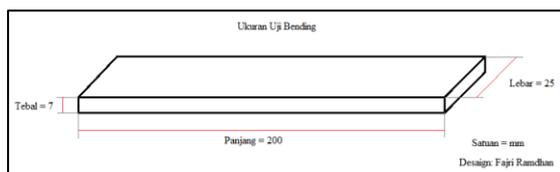
Gambar 5. Kerapatan

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kerapatan terbesar terdapat pada komposit serbuk kayu 80% dan ampas tebu 20% yaitu sebesar $1078,29 \text{ kg/m}^3$.

2. Propertis Mekanis

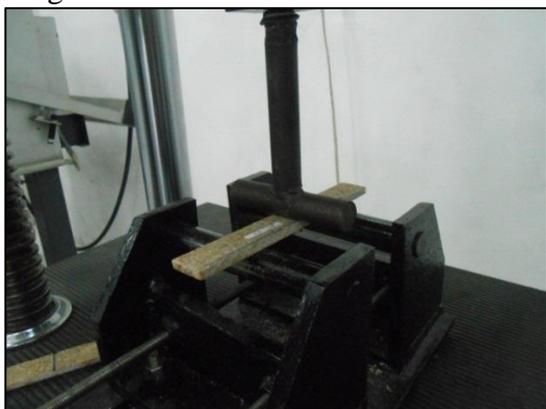
Uji Bending

Standar uji bending yang digunakan adalah ASTM (*America Society of Technical and Material*) D-790-02 (*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*). Pengujian bending menggunakan metode *three point* bending adapun dimensi spesimen uji bending terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 6. Dimensi Uji Bending

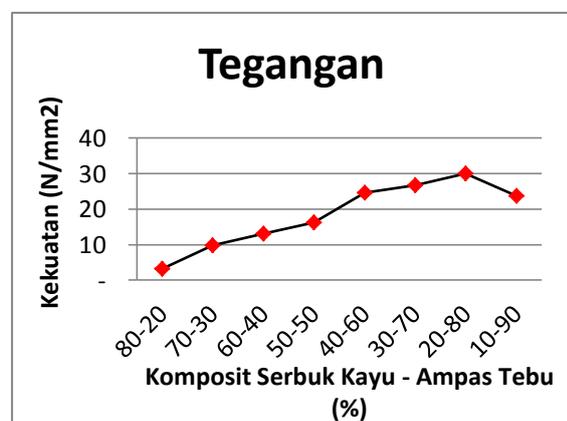
Mesin yang digunakan dalam pengujian bending adalah *Gotech Testing Machines INC.* model GT-7001-LC 30 dengan kapasitas 30 Ton di Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis.



Gambar 7. Uji Bending

Table 3. Hasil Uji Bending Komposit Serbuk Kayu dan Ampas Tebu

| Komposit Serbuk Kayu-Ampas Tebu | Kuat Tekan (Mpa) | Kelas Kuat Kayu |
|---------------------------------|------------------|-----------------|
| 80-20 | 3,2571 | V |
| 70-30 | 9,7347 | V |
| 60-40 | 13,1057 | V |
| 50-50 | 16,2245 | V |
| 40-60 | 24,6220 | IV |
| 30-70 | 26,6602 | IV |
| 20-80 | 29,8690 | III |
| 10-90 | 23,6118 | IV |

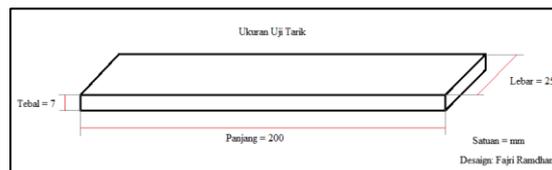


Gambar 8. Hasil Uji Bending

Berdasar grafik diatas bahwa nilai bending yang tertinggi adalah pada komposit serbuk kayu 20% dan ampas tebu 80% yaitu sebesar 29,8690 Mpa. Komposit tersebut jika dibandingkan dengan peraturan yang dikeluarkan BKI termasuk ke kelas kuat kayu III yang meliputi kayu bintangur, kayu bugis, kayu cengal, kayu gadok, kayu gafosa, kayu ketapang, kayu kupang, kayu leda, kayu mahoni, kayu matoa, kayu merawan, kayu pasang, kayu pinang, kayu simpur, kayu sindur, kayu surian bawang, dan kayu terap. Semua jenis kayu diatas rata-rata bisa digunakan untuk bahan konstruksi bagian kulit dan konstruksi rumah geladak.

Uji Tarik

Standar uji tarik yang digunakan adalah ASTM (*America Society of Technical and Material*) ASTM D638-03. Pengujian tarik dengan dimensi spesimen uji bending terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 9. Dimensi Uji Tarik

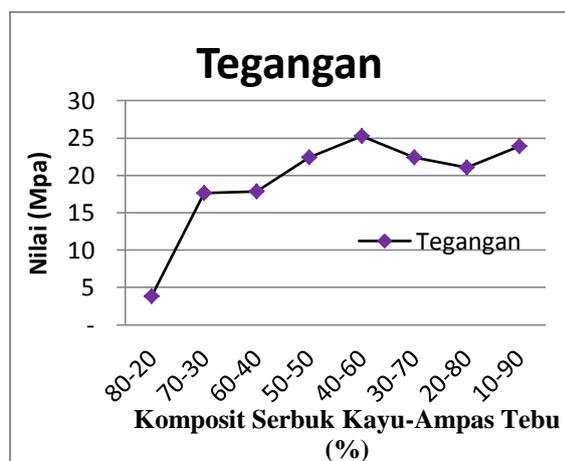
Mesin yang digunakan dalam pengujian tarik adalah *Gotech Testing Machines INC.* model GT-7001-LC 30 dengan kapasitas 30 Ton di Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis.



Gambar 10. Uji Tarik

Table 4. Hasil Uji Tarik Komposit Serbuk Kayu dan Ampas Tebu

| Komposit Serbuk Kayu-Ampas Tebu | Kuat Tarik (Mpa) | Kelas Kuat Kayu |
|---------------------------------|------------------|-----------------|
| 80-20 | 3,8065 | V |
| 70-30 | 17,6260 | V |
| 60-40 | 17,8410 | V |
| 50-50 | 22,4110 | V |
| 40-60 | 25,2547 | V |
| 30-70 | 22,3964 | V |
| 20-80 | 21,0177 | V |
| 10-90 | 23,8808 | V |

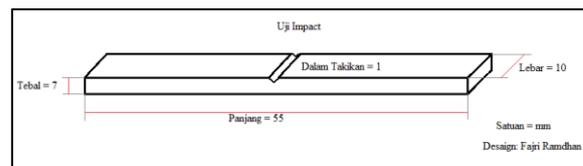


Gambar 11. Hasil Uji Tarik

Berdasar grafik diatas bahwa nilai tarik yang tertinggi adalah pada komposit serbuk kayu 40% dan ampas tebu 60% yaitu sebesar 25,2547 Mpa. Komposit tersebut jika dibandingkan dengan peraturan yang dikeluarkan BKI termasuk ke kelas kuat kayu V yang meliputi kayu medang, kayu surian, dan kayu terap. Semua jenis kayu diatas rata-rata bisa digunakan untuk bahan konstruksi rumah geladak.

Uji Impak

Salah satu kekuatan dari suatu material tergantung dari beban yang akan diberikan dan berapa kecepatannya. Pembebanan yang diberikan secara tiba-tiba (kecepatan tinggi) dapat dilakukan dengan pengujian yang dinamakan *Impact*. Standar uji tarik yang digunakan adalah ASTM (*America Society of Technical and Material*) ASTM D5942-96 dengan dimensi sebagai berikut



Gambar 12. Dimensi Uji Impact

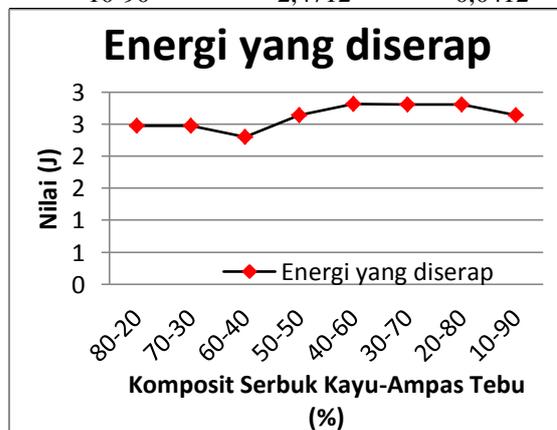
Alat yang digunakan dalam uji impak adalah *Charpy Impact Testing Machine* kapasitas 80 Joule di Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis.



Gmabr 13. Uji Impact

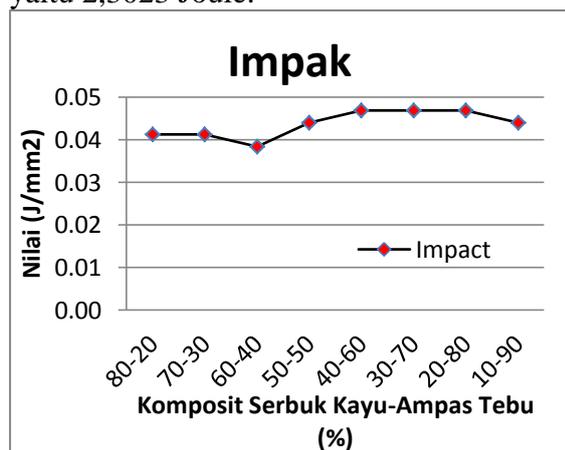
Tabel 5. Hasil Uji Impact Komposit Serbuk Kayu dan Ampas Tebu

| Komposit Serbuk Kayu-Ampas Tebu (%) | Rata-rata | |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| | Energi yang diserap (J) | Impak (J/mm^2) |
| 80-20 | 2,4712 | 0,0412 |
| 70-30 | 2,4712 | 0,0412 |
| 60-40 | 2,3023 | 0,0384 |
| 50-50 | 2,6401 | 0,0440 |
| 40-60 | 2,8122 | 0,0469 |
| 30-70 | 2,8101 | 0,0468 |
| 20-80 | 2,8101 | 0,0468 |
| 10-90 | 2,4712 | 0,0412 |



Gambar 14. Gradik Energi yang diserap

Besarnya energi yang diserap pada spesimen tergantung pada besarnya komposit yang ada di dalam spesimen. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai energi yang diserap paling besar adalah pada komposit persentasi serbuk kayu 40% dan ampas tebu 60% yaitu 2,8122 Joule. Sedangkan energi yang diserap paling kecil adalah pada komposit serbuk kayu 60% dan ampas tebu 40% yaitu 2,3023 Joule.



Gambar 15. Grafik Impact

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa kekuatan impak tertinggi pada komposit persentasi serbuk kayu 40% dan ampas tebu 60% yaitu 0,0469 J/mm². Sedangkan nilai impak terendah adalah komposit serbuk kayu 60% dan ampas tebu 40% yaitu 0,0384 J/mm². Nilai kekuatan impak untuk kapal *fiberglass* sebesar 0,8333 J/mm² (Melsiani Saduk dan Niron., 2017). Sedangkan nilai kekuatan impak serbuk kayu dan ampas tebu yang tertinggi yaitu sebesar 0,0468 J/mm². Ditinjau dari segi kekuatan impak, maka pada komposit serbuk kayu 80% hingga 10% tidak bisa digunakan sebagai bahan konstruksi kapal. Akan tetapi, masih bisa digunakan untuk bahan konstruksi rumah geladak kapal.

. KESIMPULAN

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

- Peningkatan berat disebabkan karena semakin banyaknya jumlah komposit serbuk kayu maka semakin meningkat bobot daya

serap air pada spesimen yang mencapai 13,47% pada komposit serbuk kayu 60% dan ampas tebu 40%.

- Kerapatan terbesar terdapat pada komposit serbuk kayu 80% dan ampas tebu 20% yaitu sebesar 1078,29 kg/m³.
- Kekuatan bending komposit serbuk kayu 80% hingga 50% termasuk pada kelas kuat kayu V dan komposit serbuk kayu 40%, 30%, 10% termasuk pada kelas kuat kayu IV. Sedangkan komposit serbuk kayu 20% termasuk kelas kuat kayu III.
- Kekuatan tarik komposit serbuk kayu 80% hingga 10% termasuk pada kelas kuat kayu V yang dapat digunakan untuk bagian konstruksi rumah geladak.
- Kekuatan impak serbuk kayu dan ampas tebu masih belum dapat digunakan sebagai bahan utama konstruksi kapal.

. SARAN

Dalam sebuah penelitian seharusnya menggunakan alat yang lengkap dan standar sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Selain itu perlu dilakukan kalibrasi alat uji serta pengkajian ulang dalam penentuan suatu persentasi komposit. Penulis berharap dengan adanya penelitian ini, adanya penelitian lanjutan tentang penambahan serat sintesis seperti WR atau mat pada komposit untuk bahan utama pembuatan kapal perikanan.

. DAFTAR PUSTAKA

- Aguswandi, Badri M., Yohanes. 2016. "Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu Untuk Pembuatan Kapal Tradisional." Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains (Vol 3, No 2 (2016): Wisuda Oktober Tahun 2016): 1-7.

- ASTM D 5942 - 96 (1996), "Standart Test Method For Tensile Properties Of Plastics".
- ASTM D 638 - 03 (2003), "Standart Test Method For Tensile Properties Of Plastics".
- ASTM D 792 - 08 (2008), "Standart Tehs Methods Fos Density And Smpecipic Graviti (Relative Density) Of Plastics By Displacement". The Executive Director Office Of The Federal Register. Washington, D.C.
- Biro Klasifikasi Indonesia, 1996. "Rules And Regulation For The Classification And Construction Of Ships", Jakarta
- Departemen Kehutanan (2009). Statistik 2008. Kehutanan D. J. B. P. Jakarta.
- Febrianto F. 2003. *Teknologi Produksi Recycle Komposit Bermutu Tinggi Dari Limbah Kayu Dan Plastik*. Bogor: Lembaga Penelitian Institut Pertanian.
- Fiqri A., Yudo H., Budiarto U. 2017. "Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nenas (Smooth Cayenne) Dan Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum I) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact." *Jurnal Teknik Perkapalan* 5, 2 (Universitas Diponegoro): 408-420.
- Heri I. 2009. *Papan Partikel Dari Ampas Tebu (Saccarum Officinarum I)*. Sumatera Utara: Universitas Negeri Padang.
- Husin A. A. 2002. "Pengembangan Pemanfaatan Limbah Pertambangan Dan Industri Untuk Bahan Bangunan." *Jurnal Pengembangan Pemukiman Bandung* 1, 3: 6-7.
- JIS A5908 (2003), "Particleboards" Japanese Standart Association
- Kusumanti I. 2009. "Tingkat Pemanfaatan Material Kayu Pada Pembuatan Gading-Gading Di Galangan Kapal Rakyat Ud. Semangat Untung, Desa Tanah Beru, Bulukumba, Sulawesi Selatan." *Jurnal Scientific Repository* 1: 1-18.
- Manohar K. 2012. "Experimental Investigation Of Building Thermal." *Jurnal Of Applied Science & Technology* 2, 3: 227-239.
- Melsiani Saduk, Niron. F. P. 2017. "Analisis Kekuatan Bending Dan Kekuatan Impact Komposit Epoxy Diperkuat Serat Pelepah Lontar." *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 8 No. 3: Hal 121-127.
- Nasution P. 2014. Karakteristik Termofisik Komposit Sabut Kelapa Sebagai Insulator Pada Palka Ikan. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Widodo A. B., Widjaja S., Rosyid D. M., 2004. Pengembangan Komposit Kayu Dan Bambu Sebagai Material Alternatif Untuk Pembangunan Kapal Kayu. *Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Bahan*.
- Yudo H., Jatmiko S. 2008. "Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak." *Kapal* Vol 5, No 2 (2008): *Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan* (Universitas Diponegoro): 95-101.