

Analisa Kekuatan Mekanik Pada Material Komposit Papan Partikel (*Particle Board*) dari Campuran Limbah Pelepeh Kelapa Sawit dengan Matriks Plastik Daur Ulang (*Polypropylene*)

Dody Yulianto¹⁾, Dedikarni²⁾, Ekolanda Prasetiawan³⁾

^{1,2,3)}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
Jl. Kaharudin Nasution KM. 11 No 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru.
E-Mail: dody_yulianto@eng.uir.ac.id

Abstrak

Selama ini bahan baku papan partikel terbuat dari serbuk kayu sedangkan ketersediaan kayu sebagai bahan baku terus menurun baik jumlah maupun kualitasnya. Suatu upaya yang dapat dikembangkan adalah mencari bahan alternatif yang sangat melimpah ketersediaannya salah satunya adalah penggunaan limbah pelepeh sawit, dimana Indonesia merupakan negara terbesar yang memiliki lahan sawit. Selain itu jumlah produksi plastik terus meningkat setiap tahunnya yang menyebabkan limbah dari plastik juga ikut meningkat. Dalam penelitian ini menggunakan plastik daur ulang polypropylene. Mendapatkan kekuatan mekanik antara campuran plastik daur ulang (polypropylene) sebagai matriks dan pelepeh kelapa sawit sebagai filler serta mendapatkan komposisi yang tepat dalam pembuatan papan partikel. Tahapan penelitian dimulai dari penyaringan ukuran partikel, pencampuran, dan pembentukan papan partikel, sampai pada pengujian. Untuk mengetahui kekuatan mekanik antara campuran matriks dengan filler, maka dilakukan pengujian tekan. Untuk mendapatkan komposisi yang tepat, pembuatan spesimen yang akan di uji adalah dengan variasi : 40% filler 60% matriks, 50% filler 50% matriks, 60% filler 40% matriks. Pengujian yang dilakukan didapat nilai tegangan tekan maksimum yaitu 13,43 MPa pada plastik daur ulang dengan komposisi 40% filler 60% matriks. Dari ketiga variasi komposisi filler dan matriks hasil tegangan tekan yang didapatkan memenuhi SNI 03-2105-2006 melebihi 0,59 MPa.

Kata kunci : papan partikel, pelepeh kelapa sawit, plastik daur ulang (polypropylene).

Abstract

So far, particle board raw materials made from wood powder while the availability of wood as raw materials continue to decline in both quantity and quality. An effort that can be developed is to find alternative materials that are very abundant availability one of them is the use of palm stem waste, which Indonesia is the largest country that has palm land. In addition, the amount of plastic production continues to increase each year which causes waste from plastic also increases. In this study using polypropylene recycled plastic. Obtain the mechanical strength between the recycled plastic mix (polypropylene) as the palm oil matrix and bark as filler and obtain the right composition in the particle board manufacture. The research stages started from particle size screening, mixing, and particle board formation, to the test. To know the mechanical strength between the mixture of matrix with filler, then do press test. To obtain the right composition, the specimen to be tested is varied: 40% filler 60% matrix, 50% filler 50% matrix, 60% filler 40% matrix. Tests conducted obtained value of the maximum compressive stress of 13.43 MPa on recycled plastic with a composition of 40% filler 60% matrix. From the three variations of the filler composition and the matrix of the compressive stress obtained to meet SNI 03-2105-2006 exceeding 0.59 MPa.

Key Word : particle board, oil palm frond, recycled plastic (polypropylene)

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara terbesar yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit mencapai lebih dari 10,2 juta ha, tersebar hampir diseluruh wilayah Indonesia dengan tingkat pertumbuhan rata-rata 2,78% pertahun. Dari perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti tandan kosong, cangkang, batang, dan pelepeh.

Limbah pelepeh sawit dapat dimanfaatkan dan diolah untuk pembuatan sebagai serat (fiber) alami yang digunakan untuk Teknologi Tepat Guna pembuatan material komposit serat. Dimana serat dari pelepeh sawit tersebut bermanfaat untuk penguat (reinforcement) pada material komposit [1]. Penelitian sebelumnya juga menelaah penggunaan

serat pelepeh sawit yang digabungkan dengan serat pelepeh kelapa dimana dihasilkan antara serat pelepeh sawit dan serat pelepeh kelapa dengan susunan acak memiliki kekuatan disegala arah, karena antara serat yang satu dengan yang lainya saling mengikat [2]. Penggunaan batang kelapa sawit untuk papan partikel telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dimana hasil kekuatan Bending papan partikel dari limbah batang kelapa sawit baik yang terbuat dari serat maupun partikel telah memenuhi persyaratan standar SNI 03-2105-1996 [3].

Polypropylene (PP) adalah salah satu jenis plastik yang banyak diproduksi dan penggunaannya dalam berbagai bentuk, salah satu contohnya pada gelas kemasan air mineral. Selain ringan, mudah

dibentuk, cukup keras dan tahan terhadap zat kimia, sifatnya juga transparan dan tembus cahaya. Polypropylene merupakan jenis plastik yang dapat didaur ulang sehingga memiliki potensi sebagai matriks dalam pembuatan komposit papan partikel. Melihat sifat plastik yang tidak mudah terurai secara biologis dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan, kemungkinan terbaiknya adalah dengan mendaur ulang pemanfaatannya menjadi produk lain.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya tentang pemanfaatan limbah pelepah sawit dan plastik daur ulang (RPP) sebagai papan komposit plastik menyatakan hasil bahwa penggunaan MAH dan BPO meningkatkan sifat fisis dan mekanik papan plastik dengan perbandingan komposisi matriks dan serat adalah 7:3, tetapi sifat mekanis belum dapat memenuhi standar JIS A 5908-2003 [4].

Papan Partikel

Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panil kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat menggunakan perekat sintesis atau bahan pengikat lain dan dikempa panas [5]. Papan partikel mempunyai beberapa kelebihan dibanding kayu asalnya yaitu papan partikel bebas dari mata kayu, pecah dan retak, ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tebal dan kerapatannya seragam dan mudah dikerjakan, mempunyai sifat isotropis, sifat dan kualitasnya dapat diatur. Kelemahan papan partikel adalah stabilitas dimensinya yang rendah.

Pelepah Kelapa Sawit

Sebagai bagian dari tanaman, pelepah sawit saat ini lebih banyak dimanfaatkan untuk bahan kompos dan pakan ternak karena mengandung bahan berserat dan karbohidrat yang cukup tinggi. Pemanfaatan pelepah sawit sebagai sumber bahan baku industri perkayuan yang ekonomis belum ada karena bentuk dan sifatnya yang tidak mungkin dimanfaatkan secara langsung sebagai kayu struktural untuk menahan beban, sehingga menjadi peluang untuk diolah menjadi papan komposit.



Gambar 1. Pelepah Kelapa Sawit

Polypropylene

Polypropylene merupakan salah satu jenis termoplastik. Plastik jenis ini dapat digunakan sebagai perekat termoplastik dalam pembuatan papan partikel. Polypropylene termasuk jenis plastik Olefin dan merupakan polymer dari Propylene. Diantara material plastik lainnya, Polypropylene

memiliki kerapatan yang paling rendah, yaitu berkisar antara 0.9 – 0.915 dengan Tg berkisar -200C, serta titik leleh yang tinggi (165 – 170 0C).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini jumlah serat pelepah kelapa sawit dan resin polypropylene (PP) yang digunakan akan divariasikan berdasarkan persen berat (% berat) yaitu:

- 60% pelepah + 40% plastik (PP)
- 50% pelepah + 50% plastik (PP)
- 40% pelepah + 60% plastik (PP)

Fraksi Volume Papan Partikel

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matriks dan penguat/serat, karena kandungan serat akan mempengaruhi kekuatan material komposit itu sendiri. Dalam menghitung fraksi volume serat parameter yang perlu diketahui adalah berat jenis matriks, berat jenis serat, berat komposit, dan berat serat.

Volume Matriks tanpa serat :

$$V_{\text{matriks}} = V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{matriks}} \quad (1)$$

$$\text{Dimana : } V_{\text{cetakan}} = \text{Volume cetakan (cm}^3\text{)} \\ = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \quad (2)$$

$$\rho_{\text{matriks}} = \text{massa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$$

Volume Serat tanpa matriks :

$$V_{\text{serat}} = V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{serat}} \\ \text{Dimana : } V_{\text{cetakan}} = \text{Volume cetakan (cm}^3\text{)} \\ = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal} \quad (3)$$

$$\rho_{\text{serat}} = \text{massa jenis serat (g/mm}^3\text{)}$$

Volume komposit :

$$V_{\text{komposit}} = (\%_{\text{serat}} \times V_{\text{serat}}) + (\%_{\text{matriks}} \times V_{\text{matriks}}) \quad (4)$$

$$\text{Dimana : } \%_{\text{serat}} = \text{Persentasi serat} \\ V_{\text{serat}} = \text{Volume serat (gr)} \\ \%_{\text{matriks}} = \text{Persentasi matriks} \\ V_{\text{matriks}} = \text{Volume matriks (gr)}$$

Alat yang di gunakan:

- Universal test machine untuk uji tekan dan uji lengkung.
- Cetakan
- Timbangan
- Mesin Kempa Panas
- Gergaji mesin
- Saringan Mesh 16
- Alat Bantu Lainnya : sarung tangan, obeng, pahat, aluminium foil, gunting, pisau

Bahan yang di gunakan:

- Limbah dari pelepah kelapa sawit
- Plastik daur ulang (*polypropylene*)

Persiapan Pelepah Sawit

Pelepah kelapa sawit di gergaji sehingga didapat ukuran ± 5 mm, potongan ini masih mengandung zat ekstraktif yang berpengaruh terhadap konsumsi perekat, laju pengerasan, dan daya tahan papan partikel yang dihasilkan. Kemudian kelapa sawit dilakukan pencucian dengan air dingin dan perebusan untuk mengurangi kandungan zat ekstraktif larut air, gula, pati dan lemak yang diduga dapat mempengaruhi proses perekatan. Atas dasar itulah maka perlakuan pencucian dan perebusan bahan baku untuk mengurangi/menghilangkan kadar zat ekstraktif dilakukan dalam pembuatan papan

partikel. Setelah dilakukan perebusan kemudian pelepah kelapa sawit di keringkan di bawah sinar matahari selama 4-5 hari untuk menurunkan kadar air, kemudian dilakukan pengayakan menggunakan mesh 16. Pelepah kelapa sawit yang sudah disaring dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Pelepah kelapa sawit setelah penyaringan

Penyiapan Plastik Daur Ulang (Polypropylena)

Untuk mempermudah dalam menentukan jenis plastik maka digunakan limbah plastik gelas mineral yang terdapat kode PP pada alas gelas mineral tersebut. Limbah plastik direndam dan dicuci sampai bersih lalu dikeringkan kemudian dipotong-potong halus.



Gambar 3. Plastik Polypropylena (PP)

Perhitungan Komposisi Material

Berdasarkan ukuran cetakan yang digunakan dapat dihitung V_c sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 190 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\ &= 228000 \text{ mm} \text{ (} 228 \text{ cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

Untuk menghitung persentase berat serat dan damar yang perlu diketahui adalah volume cetakan. Alat cetak yang digunakan dalam pembuatan spesimen uji menggunakan alat cetak yang berada pada mesin hot press yang ukurannya telah ditentukan yaitu sebesar (V cetakan) = 228 cm^3 , masa jenis serat pelepah kelapa sawit (ρ serat) = 0.702 gr/cm^3 dan massa jenis plastik PP (ρ matriks) = $0,887 \text{ gr/cm}^3$.

Dari hasil di atas maka dapat kita hitung berat dari masing-masing matriks dan filler :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ serat} \\ &= 228 \text{ cm}^3 \times 0,702 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 160,056 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat plastik tanpa serat :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ plastik} \\ &= 228 \text{ cm}^3 \times 0,887 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 202,236 \text{ gr} \end{aligned}$$

Dalam penelitian kali ini, variasi yang digunakan adalah :

- 40% pelepah + 60% plastik
- 50% pelepah + 50% plastik
- 60% pelepah + 40% plastik

Maka untuk mendapat variasi yang diinginkan perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Spesimen 1.

Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 40% pelepah dan 60% plastik maka :

$$\begin{aligned} \text{Pelepah} &= 40\% \times 160,056 \text{ gr} \\ &= 64,02 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plastik} &= 60\% \times 202,236 \text{ gr} \\ &= 121,34 \text{ gr} \end{aligned}$$

Spesimen 2.

Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 50% pelepah dan 50% plastik maka :

$$\begin{aligned} \text{Pelepah} &= 50\% \times 160,056 \text{ gr} \\ &= 80,03 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plastik} &= 50\% \times 202,236 \text{ gr} \\ &= 101,12 \text{ gr} \end{aligned}$$

Spesimen 3.

Untuk mendapatkan spesimen dengan komposisi 60% pelepah dan 40% plastik maka:

$$\begin{aligned} \text{Pelepah} &= 60\% \times 160,056 \text{ gr} \\ &= 96,03 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plastik} &= 40\% \times 202,236 \text{ gr} \\ &= 80,89 \text{ gr} \end{aligned}$$

Prosedur pembuatan

Setelah selesai mempersiapkan bahan, dan memperhitungkan antara serat dan damar, selanjutnya dilanjutkan dengan pembuatan papan partikel dengan perhitungan serat dan matrix yang telah ditentukan sebelumnya.

Langkah-Langkah pembuatan :

1. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku dilakukan dengan mengambil partikel limbah pelepah kelapa sawit..

2. Pengeringan

Pengeringan partikel limbah pelepah kelapa sawit di lakukan dengan memanfaatkan sinar matahari, yang bertujuan untuk menghindari serangan jamur dan menurunkan kadar air (KA).

3. Penyaringan

Penyaringan partikel pelepah kelapa sawit bertujuan untuk menghomogenkan partikel yang kasar dengan menggunakan saringan 16 mesh.

4. Pencampuran (*blending*)

Partikel pelepah kelapa sawit dicampurkan dengan perekat damar ataupun plastik PP dengan kadar perekat yang telah ditentukan secara manual.

5. Pembentukan lembaran

Partikel yang telah dicampur dengan perekat dimasukkan ke dalam pencetakan lembaran. Pembentukan lembaran dilakukan dengan menggunakan alat pencetak lembaran ukuran $19 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$.

6. Pengempaan panas (*hot pressing*)

Pengempaan dilakukan dengan menggunakan alat kempa panas (*hot press*). Tekanan kempanya adalah

1500 Psi. Suhu yang digunakan adalah 185 °C, dalam waktu 45 menit untuk plastic dan untuk damar digunakan suhu 150 °C.

7. Pengkondisian (*conditioning*)

Pengkondisian dilakukan untuk menyeragamkan kadar air dan menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk selama proses pengempaan panas selama 1 minggu pada suhu kamar.



Gambar 4. Papan Partikel Pelepah Kelapa Sawit

Uji Tekan

Kekuatan tekan (*compressive strength*) merupakan kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Uji tekan (*Compressive strength*) adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu secara lambat. Uji tekan ini diperlukan untuk mengetahui kekuatan suatu material. *Compressive strength* menunjukkan bahwa sampai dimana suatu bahan material dapat menerima tekanan maksimal sebelum material itu mengalami penurunan ukuran. Setiap bahan material memiliki nilai kekuatan terhadap gaya yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan material tersebut. Adapun tahapan pengujian tekan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Material

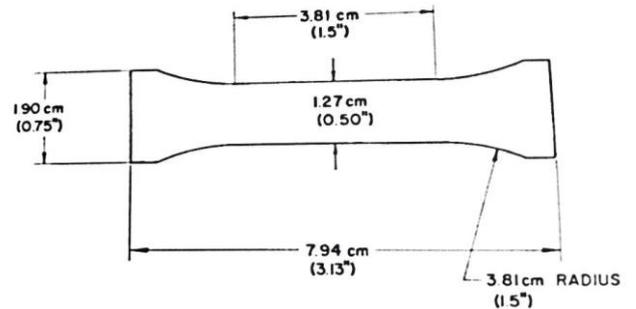
Mesin uji tekan ini digunakan untuk menguji tekan spesimen dan mengetahui perbedaan nilai tekanan dari ketiga Komposit tersebut. Indentor yang digunakan adalah plat baja dan beban indentasi 150 kgf dengan waktu penekanan sampai titik maksimal, hasil dari uji tekan ditampilkan langsung pada layar mesin uji. Mesin yang digunakan untuk pengujian ini adalah HUNG TA HT-8503.



Gambar 5. Mesin Uji Tekan

2. Specimen

Dalam pembuatan spesimen uji tekan ini menggunakan standar ASTM D 695-02a dimana dalam standar tersebut menyatakan bahwa diameter spesimen adalah 190 mm dan tinggi 25,5 mm.



Gambar 6. Spesimen Uji Tekan (ASTM D 695-02a)



Gambar 7. Spesimen Uji Tekan

3. Prosedur

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan pada saat dilakukan uji tekan dari bahan komposit dengan variasi antara serat dan matrix. Dimana prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Spesimen diletakkan diatas dudukan spesimen pada mesin uji.
- b. Pengujian tekan dengan metode penekanan pada salah satu sisi spesimen.
- c. Waktu penekanan hingga mencapai titik patah, hingga nilai uji tekan muncul dari layar monitor.
- d. Lakukan pengujian pada spesimen berikutnya

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian tekan dilakukan untuk melihat nilai kekuatan tekan pada masing-masing spesimen benda uji (sampel). Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan material adalah gaya per satuan luas yang dapat menahan kompresi dan ketika batas kuat tekan tercapai, maka bahan akan terdeformasi atau mengalami perubahan bentuk. Bahan yang diuji adalah komposit yang telah divariasikan antara partikel dan matrik dengan variasi 60:40, 50:50 dan 40:60. Dimana spesimen ditekan dengan menggunakan mesin uji. Pada pengujian ini didapat nilai kekuatan tekan bahan pada masing-masing spesimen.

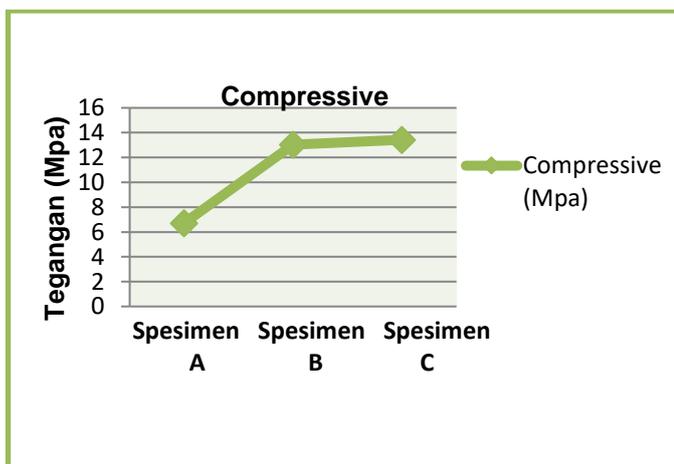
Specimen	Area (mm ²)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Compressive (Mpa)	Elongation (%)
A	160.000	1075.3	6.72	6.72	6.72	1.45
B	146.000	1903.9	12.00	12.00	13.04	1.39
C	159.650	2144.1	10.91	10.91	13.43	1.45

Tabel 1. Hasil uji tekan papan partikel pelepah kelapa sawit dan matriks PP

keterangan :

- * Spesimen A adalah 60% partikel + 40% Plastik
- * Spesimen B adalah 50% partikel + 50% Plastik
- * Spesimen C adalah 40% partikel + 60% Plastik

Berdasarkan tabel diatas terlihat perbedaan kekuatan tekan yang dihasilkan dari setiap komposisi campuran antara partikel pelepah dengan matriks plastik yang digunakan. Pada Spesimen A (60% partikel + 40% plastik) kekuatan tekannya 6.72 Mpa. Pada spesimen B (50% partikel + 50% plastik) kekuatan tekannya naik menjadi 13.04 Mpa. Dan kekuatan tekan tertinggi yaitu pada spesimen C (40% partikel + 60% plastik) dengan nilai 13.43 Mpa. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik kekuatan tekan papan partikel pelepah kelapa sawit dan matriks PP

Pada grafik diatas terlihat kenaikan dari setiap penambahan jumlah matriks jenis plastik. Pada spesimen uji C yaitu dengan komposisi 40% partikel + 60% plastik berada pada posisi tertinggi. Sedangkan pada spesimen B terlihat tidak jauh mengalami penurunan dari spesimen C. sedangkan dengan spesimen A mengalami penurunan sangat tajam karena menghasilkan kekuatan tekan yang jauh berbeda dengan spesimen C.

Tegangan tekan tertinggi pada matriks plastik dengan fraksi volume 40% filler + 60% matriks dimana nilai tegangan mencapai 13.43 Mpa. Hal ini disebabkan karena plastik jenis polipropilena memiliki kekerasan, stabilitas dimensi yang lebih baik dibandingkan material termoplastik lainnya. Untuk tegangan tekan yang terendah terdapat pada fraksi volume 60% filler + 40% matriks dimana nilai tegangan tekan tersebut adalah 6.72 Mpa. Hal ini disebabkan karena jumlah persentase komposisi matriks yang lebih sedikit dibandingkan dengan filler

partikel pelepah kelapa sawit sehingga kurangnya ikatan antara matriks dengan filler.

4. Kesimpulan

Dalam mendapatkan komposisi yang tepat, pembuatan spesimen yang akan di uji adalah dengan variasi : 40% filler 60% matriks, 50% filler 50% matriks, 60% filler 40% matriks. Pengujian yang dilakukan didapat nilai tegangan tekan maksimum yaitu 13,43 MPa pada plastik daur ulang dengan komposisi 40% filler 60% matriks. Dari ketiga variasi komposisi filler dan matriks hasil tegangan tekan yang didapatkan memenuhi SNI 03-2105-2006 melebihi 0,59 MPa. 1. Papan partikel dari pelepah kelapa sawit untuk penelitian berikutnya adalah perlu dilakukan pengembangan dalam perlakuan awal partikel pelepah kelapa sawit, karena ini merupakan hal penting yang mempengaruhi sifat mekanis papan partikel dan pengembangan metode yang lain dalam pembuatan papan partikel agar didapatkan hasil yang lebih sempurna.

Daftar Pustaka

1. Dody Yulianto, Kurnia Hastuti, Jafrianto, 2014. Pengaruh Serat Pelepah Sawit sebagai Penguat (Susunan Acak) dan Arang Tempurung Kelapa sebagai Pengisi pada Material Komposit Matriks Poliester. Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan (SNMTK) Jakarta - Indonesia
2. Dody Yulianto, Saprimandianto, 2016. Analisa Sifat-Sifat Mekanikal Bahan Komposit Campuran Serat Pelepah Sawit Dengan Serat Pelepah Kelapa. Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan (SNMTK) Jakarta - Indonesia
3. Dody Yulianto, Dedikarni, Kurnia Hastuti, Juraiz Saputra, 2017. Utilization Of Palm Oil Waste With Polypropylene Matriks (Pp) Recycling On Particle Board Composite (Particle Board). Proceeding International Conference on Science Engineering and Technology (ICoSET) 08 - 10 November 2017 Pekanbaru, Indonesia
4. Lusita Wardani. Muh. Yusram Massijaya. M. Faisal Machdie. (2013), "pemanfaatan limbah pelepah sawit dan plastik daur ulang (rpp) sebagai papan komposit plastik", Departemen Hasil Hutan Fakultas.Kehutanan Institut Pertanian Bogor.Bhattacharya, K. Swapan, 1987, *Metal-Filled Polymers, Properties and Application*
5. Moloney, T.M, 1 993, "Modern Particle Board and Dry Process Fibre Board Manufaacturing",Miller Freeman, Inc San Fransisco
6. Jones, robert, M (Robert Millard);1999, Mekanika Bahan Rencam (komposit), diterjemah oleh Daud, Abd. Rahman, (Unit

penerbitan Akademik Universitas Teknologi Malaysia)

7. Hidayat, Pratikno. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Teknoin, Vol. 13, 31 - 35
8. Ms Surdia Tata, Ir. Met. Prof, Saito Shinroku, DR. Prof,1992, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita.
9. R. E. Smallman, R. J. Bishop (2000), Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material Edisi keenam”, Erlangga, Jakarta.
10. R. J. Crowford, Kejuruteraan plastik (*Design Plastic*), 1998, Penerjemah Jasmi Husin, Ani Idris
11. R. J. Young,1991, Pengantar Polimer; penerjemah Kok Chong Meg, Penerbit Universitas Sains Malaysia.
12. The automotive research association of India, India;”*National accreditation board for testing and calibration laboratories*”*Department of Science and Technology India. The Automotive Research AIS. No 102, issue 2012.*
13. ASTM D 695-02a, “Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics”, Anunual Book ASTM of Standart. 2015.



Diberikan kepada:

Dedikarni

Atas partisipasinya sebagai:

PEMAKALAH

dalam kegiatan **Konferensi Nasional Engineering Perhotelan (KNEP) IX 2018 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana.**, pada tanggal 7 – 8 Juli 2018.



Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Mesin


Dr. Ir. I Ketut Gede Sugita, MT.
NIP. 19660414 199203 1 004

Bali, 7 Juli 2018
Ketua Panitia.




Dr. Ir. I Wayan Bandem Adnyana, M.Erg.
NIP. 19650706 199103 1 002