

PENGARUH KUAT LENTUR PAPAN *WOOD PLASTIC COMPOSITE* LIMBAH KAYU SENGON DAN PLASTIK DAUR ULANG HDPE TERHADAP INTENSITAS SINAR UV

Astrata Panjar Widodo¹, Anis Rakhmawati², Yudhi Arnandha³

(1)Penyusun, (2) Dosen Pembimbing I, (3) Dosen Pembimbing II

Fakultas Teknik Universitas Tidar

INTISARI

Wood Plastic Composite adalah produk yang terbuat dari campuran serbuk kayu dengan polimer termoplastik. Papan WPC yang digunakan adalah penggabungan dari serbuk Kayu Sengon dengan plastik daur ulang HDPE. Penelitian ini menggunakan sinar UV karena papan WPC terdapat komponen termoplastik yang dapat berubah sifat/mudah getas pada saat terkena radiasi UV dan akan kembali lagi setelah dingin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas sinar UV terhadap kuat lentur MOE dan MOR papan WPC.

Pengujian kuat Lentur papan WPC mengacu pada standar ASTM D4761-02 dengan 12 sampel uji dengan ukuran 350 x 50 x 12 mm yang terbagi dalam 4 variasi waktu penyinaran sinar UV yang berbeda yaitu 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu. Sampel uji dimasukan ke dalam kotak penyinaran sinar UV berukuran 1 m x 1 m yang dilengkapi dengan 10 lampu UV Extend 20 Watt.

Pengujian kuat lentur papan WPC menghasilkan rata-rata nilai MOE normal sebesar 3398,39 MPa. Rata-rata pengujian MOE terkecil adalah 2050,98 MPa. Pengujian nilai rata-rata MOR sebesar 40,49 MPa. Rata-rata pengujian MOR terkecil adalah 37,44 MPa. Peningkatan intensitas waktu pada papan WPC terhadap paparan sinar UV tidak berpengaruh terhadap nilai MOE dan berpengaruh terhadap nilai MOR papan WPC.

Kata kunci : WPC, serbuk kayu sengon, HDPE, ultraviolet, kuat lentur

ABSTRACT

Wood Plastic Composite is a product made from a mixture of sawdust with thermoplastic polymer. The WPC board used is the composite of sengon sawdust with HDPE recycled plastic. This research was done using UV rays because WPC board has thermoplastic component that the characteristic is easily changed when it is exposed to the UV rays and will be normal again after cold. The purpose of this research is to find the influence of the intensity of UV rays toward the flexural strength of MOE and MOR of the WPC board.

The flexural strength testing of WPC board refers to ASTM D4761-02 standard with 12 specimen of 350 x 50 x 12 mm which are divided into four different times of UV rays exposition, which are 2 weeks, 4 weeks, 6 weeks, and 8 weeks. The specimen were inserted to the 1 m x1 m box of the UV rays that is completed by 10 lamps of 20 watt UV Extend.

The flexural strength testing of WPC board resulted in the average value of normal MOE of 3398,39 MPa, and the average value of the smallest MOE test is 2050,98 MPa. The flexural strength testing of WPC board resulted in the average value of normal MOR of 40,49 MPa, and the average value of the smallest MOR test is 37,44 MPa. Increasing of the time intensity on WPC board to the UV rays has no effect on MOE value and has an effect on MOR value of the WPC board.

keywords : WPC, sengon sawdust, HDPE, ultraviolet, flexural strength



A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan tanaman penghasil kayu yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, baik untuk keperluan industri besar, industri kecil maupun rumah tangga. Kayu sebagai hasil hutan sekaligus hasil sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi.

Kayu Sengon merupakan bahan yang sangat berguna apabila telah diketahui manfaatnya. Pemanfaatan limbah serbuk gergajian Sengon (*Paraserienthes falcataria*) yang terbuang dianggap sebagai sampah dapat dimanfaatkan sebagai campuran untuk bahan pembuatan WPC (*Wood Plastic Composite*).

Sampah plastik adalah limbah yang proses penguraiannya membutuhkan waktu yang lama sehingga disebut juga sebagai sampah non-organik. Setiap bentuk plastik memiliki cara daur ulang sendiri-sendiri yang ditandai dengan nomer yang tertera pada plastik tersebut. (Jambeck, 2015).

Wood Plastic Composite (WPC) biasanya dibuat sebagai bahan struktur pengganti kayu yang merupakan gabungan dari serbuk kayu dengan polimer plastik daur ulang penggabungan kedua material ini membuat bahan WPC memiliki kekuatan, ketahanan juga keindahan.

Serbuk Kayu Sengon adalah limbah yang merupakan hasil dari industri kayu

yang menumpuk dan tersia-siakan.

Limbah serbuk Kayu Sengon (*Paraserienthes falcataria*) yang merupakan sisa-sisa dari industri kayu biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan kayu komposit plastik yang dihasilkan dari beberapa pengolahan kayu seperti serbuk gergaji, potongan-potongan kayu, pasahan dan lain-lain.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat lentur papan WPC akibat pengaruh intensitas sinar UV dikarenakan bahan dasar dari papan WPC adalah plastik daur ulang HDPE (*High Density Polyethylene*) yang merupakan bahan termoplastik yang dapat berubah sifat/menjadi getas apabila terkena intensitas sinar UV dan akan kembali lagi setelah dingin.

B. Tinjauan Pustaka

1. Penelitian Kallakas (2015)

Kallakas (2015) melakukan penelitian sifat fisik dan mekanik papan WPC dengan pengaruh penyerapan air dan radiasi sinar *Ultraviolet*. Pengujian menggunakan standar EN ISO 4892-3: 2006 sebanyak 5 contoh benda uji yang ditempatkan di dalam ruang radiasi UV yang dilengkapi dengan dua lampu radiasi UVC: Philips 30 W, G30T8 UV-C dan 15 W, G15T8 UV-C.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pentingnya ukuran fraksi tepung kayu pada sifat mekanik WPC dan pengaruhnya terhadap hasil pelapukan yang dipercepat. Bahan yang digunakan adalah serbuk kayu Betula (Birch) dan komposisi LLDPE dengan aspen BCTMP (Bleached-Chemi-Thermo-Mechanical aspen) yang diolah dengan dua bahan penggandeng yang berbeda yaitu 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) dan polyvinylalcohol (PVA).

Sampel komposit ditempatkan di dalam ruang radiasi UV, paparan siklus dilakukan selama 3 minggu (500 jam) dengan 6 sampel PP dan 6 sampel LLDPE. Hasil dari penelitian ini didapat nilai MOE 460 – 2410 MPa dan MOR 15,02 – 27,55 MPa.

2. Penelitian Li, dkk (2014)

Li, dkk, (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan daya tahan pada resistansi UV, kekuatan, dan tingkat kelembaban WPC. Pengujian nilai MOE dan MOR ditentukan sesuai dengan acuan ASTM D790-10 (*Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials*). Sampel uji papan WPC berukuran 15,2 cm x 2,3 cm x 0,5 cm. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah serbuk kayu Pinus dan HDPE. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kuat lentur pada setiap variasi akibat intensitas sinar UV pada umur 500 jam, 1000 jam, 2000 jam. Pengujian ini

didapatkan hasil yang terus menurun setelah adanya penambahan radiasi sinar UV. Hasil dari penelitian ini didapat nilai MOE 3700 MPa sampai 4600 MPa dan nilai MOR 24.9 MPa sampai 32.5 MPa.

3. Penelitian Arnandha dkk, (2017)

Arnandha dkk (2017), melakukan penelitian kuat lentur WPC dari serbuk gergaji Sengon dan plastik daur ulang HDPE. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk gergajian kayu Sengon dan plastik daur HDPE. Pada penelitian ini didapat nilai MOE dengan pengujian secara horizontal sebesar 3398,39 MPa dan nilai MOR dengan pengujian secara horizontal sebesar 40,49 MPa.

Hasil pengujian nilai MOE dan MOR papan WPC pada kondisi kering lebih tinggi dari kondisi basah. Pada perhitungan nilai MOE dan MOR memenuhi persyaratan SNI/JIS yang mensyaratkan nilai SNI/JIS untuk nilai MOR adalah 8,2-18,4 MPa dan untuk nilai MOE 2010-3050 MPa.

4. Wood Plastik Composite (WPC)

Menurut Clemons (2002), Komposit kayu plastik termoplastik telah diproduksi di Amerika Serikat selama beberapa dekade. Pada tahun 1993, sebanyak 424.000 ton bahan pengisi termoplastik dikonsumsi oleh pasar Amerika Serikat, bahan pengisi tersebut digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan kekuatan termoplastik.

Susanti (2014), mengemukakan bahwa komposit kayu plastik memiliki

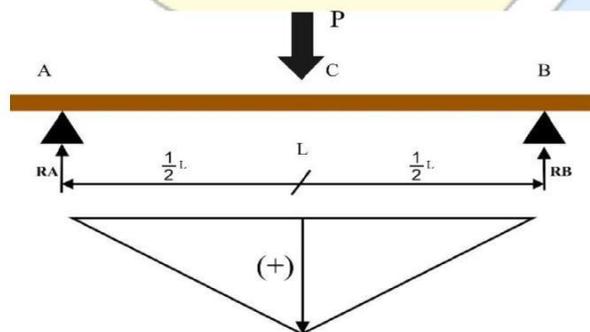
keunggulan dimana kayu sebagai pengisi bermanfaat untuk meningkatkan kekakuan, mengurangi densitas dan biaya per unit volume, sedangkan plastik sebagai matriks akan meningkatkan kekuatan dan sifat fisik komposit yang terbentuk sehingga tahan terhadap air dan rayap.

5. Serbuk Kayu

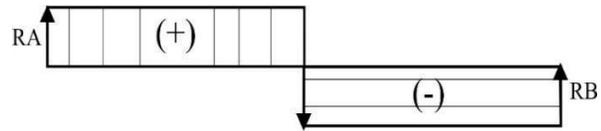
Risnasari (2008), mengemukakan bahwa serbuk kayu dapat digunakan dengan plastik seperti polietilena, poliprilena dan comingled termoplastic menggunakan teknologi melt-bending yang murah, kecepatan proses produksi tinggi dimana kayu dan plastik dicampur dengan molten plastic

C. Pengujian Kuat Lentur

Untuk mencari besar kekuatan lentur perlu memperhatikan momen yang terjadi pada saat pembebanan. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 berikut ini:

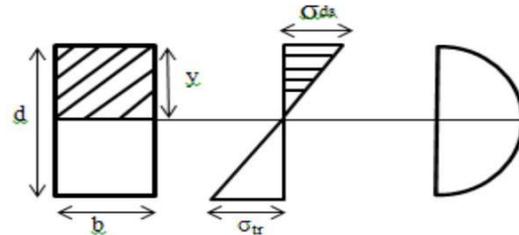


Gambar 3.1 Bending Moment Diagram (BMD)



Gambar 3.2 Shearing Force Diagram (SFD)

(Sumber: Ishak, 2014)



Gambar 3.3 Penampang Balok

Perhitungan balok tumpu pada saat pembebanan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - P \cdot \frac{1}{2} L = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot \frac{1}{2} L}{L}$$

$$R_A = \frac{P}{2}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L + P \cdot \frac{1}{2} L = 0$$

$$R_B = \frac{P \cdot \frac{1}{2} L}{L}$$

$$R_B = \frac{P}{2}$$

$$M_c = \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} L$$

$$M_c = \frac{PL}{4}$$

RA : Reaksi tumpuan pada titik A (N)

RB : Reaksi tumpuan pada titik B (N)

P : Beban terpusat (N)

Mc : Momen maksimal dititik C (Nmm)

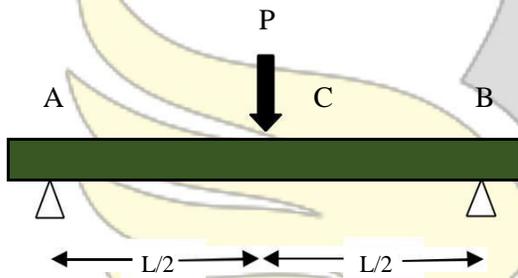
L : Panjang bentang diantara 2 tumpuan
(mm)

1. *Modulus of Rupture* (MOR)

Kekuatan lentur patah atau MOR merupakan sifat mekanis kayu yang berhubungan dengan kekuatan kayu yaitu

ukuran kemampuan kayu untuk menahan beban atau gaya luar yang bekerja padanya dan cenderung merubah bentuk dan ukuran kayu tersebut. (Kollman dkk, 1968).

Kekuatan MOR ditentukan dengan kondisi pembebanan terpusat di tengah bentang (Frick, 1981). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Patah Tengah Bentang
(Sumber, Frick, 1981)

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai MOR adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{M}{I}$$

$$M = \frac{1}{4} P_{max} L$$

$$y = \frac{1}{2} d$$

$$I = \frac{1}{12} b \cdot d^3$$

$$\sigma = \frac{P_{max} L}{2 b d^2}$$

$$\sigma = \frac{M}{I} = \frac{\frac{1}{4} P_{max} L}{\frac{1}{12} b d^3} = \frac{3 P_{max} L}{b d^3}$$

$$MOR = \frac{3 P_{max} L}{b d^3}$$

Keterangan :

$$\sigma = \frac{4}{12} \frac{P_{max} L}{b d^3}$$

MOR = *Modulus of Rupture*, MPa

σ = Tegangan normal, N/mm²

M = Momen lentur pada
enampan, Nmm

y = Jarak dari sumbu netral ke
sumbu tepi terluar, mm

P max = beban maksimum yang bisa
ditahan, N

L = panjang bentang efektif spesimen
antara 2 tumpuan, mm

b = lebar spesimen, mm

d = tebal spesimen, mm

2. *Modulus of Elasticity* (MOE) Kekuatan lentur atau Modulus of

Elasticity berkaitan dengan regangan, defleksi dan perubahan bentuk yang terjadi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh besar dan lokasi pembebanan, panjang dan ukuran balok serta MOE kayu itu sendiri. Makin tinggi MOE akan semakin kurang defleksi balok atau gelagar dengan ukuran tertentu pada beban tertentu dan semakin tahan terhadap perubahan bentuk. (Haygreen dan Bowyer, 1993).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai MOE adalah sebagai berikut:

$$MOE = \frac{P.L^3}{\delta I}$$

$$I = \frac{1}{12} b.d^3$$

Keterangan :

MOE = Modulus of Elasticity, MPa

P= Besarnya beban, N

L= Panjang bentang efektif spesimen, mm

δ = Defleksi, mm

I = Momen inersia, mm⁴

b= lebar spesimen, mm

d= tebal spesimen, mm

D. Bahan dan Metode Penelitian Bahan

Pembuatan benda uji dilakukan di PT. Mega Prima Plastik Tempuran, Magelang. Papan WPC terbuat dari serbuk Kayu Sengon dan plastik daur ulang HDPE. Papan WPC ini terbuat dari limbah proses produksi kayu lapis jenis Sengon dan plastik daur ulang HDPE yang dicetak menggunakan sistem ekstrusi.

Metode

Pengujian kuat lentur WPC dilakukan di Laboratorium PSIT (Pusat Studi Ilmu Teknik) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Menyiapkan benda uji dengan ukuran 350 mm x 50 mm x 12 mm . Kotak kubus penyinaran berukuran 1 m x 1 m dengan lampu UV jenis Extend 20 watt dan jumlah lampu 10 buah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas sinar UV terhadap kekuatan lentur MOE dan MOR papan WPC. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) mengacu pada ASTM D4761-02.

Pemaparan sinar UV dilakukan selama 2, 4, 6, 8 minggu dengan 12 benda uji masing-masing 3 benda uji tiap minggu.



Gambar 4.1 Pemaparan WPC terhadap intensitas sinar UV



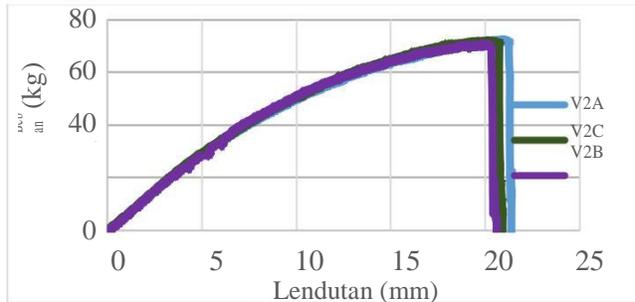
Gambar 4.2 Pegujian kuat lentur arah horisontal

E. Hasil dan Pembahasan

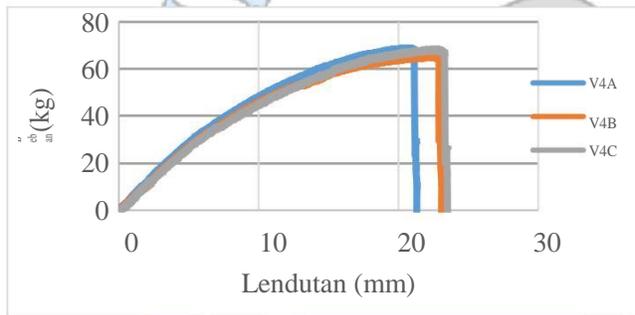
Hasil pengujian kuat lentur papan WPC dapat dilihat dalam grafik hubungan antara beban dan lendutan. Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium PSIT (Pusat Studi Ilmu Teknik) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dengan variasi intensitas waktu

selama 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu,
8 minggu terhadap paparan sinar UV.
Grafik

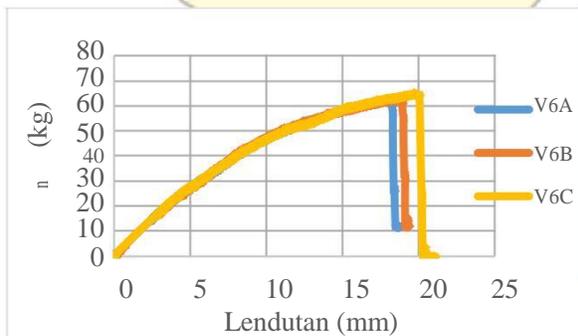
pengujian hubungan beban dan lendutan dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.4:



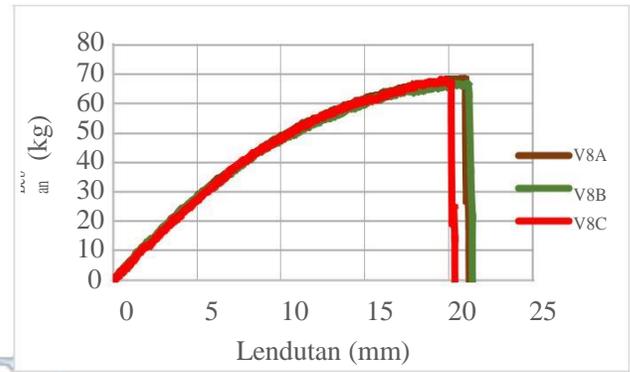
Gambar 5.1 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan pada intensitas sinar UV selama 2 minggu



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan pada intensitas sinar UV selama 4 minggu



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan pada intensitas sinar UV selama 6 minggu



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan pada intensitas sinar UV selama 8 minggu

1. Modulus of Elasticity (MOE)

Dari pengujian papan WPC pada intensitas variasi waktu terhadap intensitas sinar UV selama 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu sampai 8 minggu didapat rata-rata pengujian nilai MOE seperti pada Gambar 5.5 di bawah ini :



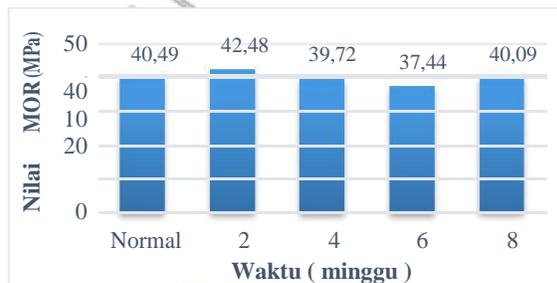
Gambar 5.5 Rata-rata Nilai MOE

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui nilai MOE tertinggi terdapat pada pengujian 2 minggu setelah papan WPC terkena intensitas sinar UV. Pada penghitungan nilai MOE terjadi penurunan sampai intensitas waktu 4 minggu, kemudian pada umur 6-8 minggu terjadi kenaikan nilai MOE kembali. Hal ini dimungkinkan pengaruh dari zat anti UV pada papan WPC yang mulai bekerja.

Hasil dari pengujian ini didapat nilai MOE sebesar 2182,357-3398,39 MPa. Nilai MOE untuk pengujian normal sebesar 3398,39 MPa, (Arnandha, 2017).

2. Modulus of Rupture (MOR)

Dari pengujian papan WPC pada intensitas variasi waktu terhadap intensitas sinar UV selama 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu sampai 8 minggu didapat rata-rata pengujian nilai MOR seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Rata-rata Nilai MOR

Gambar 5.6 didapat nilai MOR 37,44 – 42,48 MPa, pengujian ini nilai MOR intensitas waktu mempengaruhi besarnya nilai MOR karena semakin lama WPC terkena sinar UV maka nilai MOR menurun. Pada perhitungan nilai MOR terjadi penurunan pada intensitas waktu 6 minggu, kemudian terjadi peningkatan kembali sampai waktu 8 minggu. Hal ini dimungkinkan pengaruh dari zat anti UV papan WPC yang mulai bekerja. Nilai MOR untuk pengujian normal adalah 40,49 MPa.(Arnandha dkk, 2017). Nilai MOR normal pada pengujian ini lebih rendah dibandingkan dengan umur 2 minggu,

dimungkinkan umur 2 minggu belum ada pengaruh UV sehingga nilai MOR tidak turun, dapat dimungkinkan juga nilai MOR bisa meningkat.

F. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan intensitas waktu terhadap paparan sinar UV tidak berpengaruh terhadap nilai MOE papan WPC.
2. Peningkatan intensitas waktu terhadap paparan sinar UV berpengaruh MOR papan WPC.
3. Penurunan nilai MOE yang signifikan terjadi pada intensitas waktu 4 minggu.
4. Penurunan nilai MOR yang signifikan terjadi pada intensitas waktu 6 minggu.
5. Nilai MOE papan WPC setelah dibandingkan dengan penelitian lain didapatkan hasil paling rendah.
6. Nilai MOR papan WPC setelah dibandingkan dengan penelitian lain didapatkan hasil paling tinggi.
7. Nilai MOE dan MOR memenuhi semua standar SNI yang mensyaratkan untuk nilai MOE SNI adalah 2040-3060 MPa. Untuk nilai MOR memenuhi semua standar SNI,

yang mensyaratkan nilai untuk SNI adalah 8,2 MPa - 18,4 MPa.

Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penambahan daya sinar UV yang lebih besar dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat kerusakan komposit plastik yang terdapat pada papan WPC terhadap nilai MOE dan MOR.
2. Penggunaan pembuatan papan WPC dari bahan yang berbeda untuk mengetahui pengaruh intensitas waktu paparan sinar UV terhadap nilai MOE dan MOR.
3. Diperlukan jenis pengujian lain seperti uji kuat geser, kuat tekan dan sebagainya.

Daftar Pustaka

ASTM D4761-02, 2002, *Standart Test Methods for Evaluating Properties of Lumber and Woods-Base Structural*, West Conshohocken, PA:
ASTM International. Available at:
www.astm.org.

Arnandha, Y., dkk., 2017, *Physical and Mechanical of WPC board from Sengon Sawdust and Recycled HDPE Plastic*. Civil Engineering Departement, Engineering Faculty, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, *Procedia Engineering* 171, (2017). 695-704.

Clemons, C., N., 2002, *Wood Plastic Composite in The United States*, The interfacing of Two Industries, *Forest Products Journal* 52(10):10-20.

Febrianto, F., 1999, *Preparation and Properties Enhancement of Moldable Wood* –

Biodegradable Polymer Composite
[Disertasi] Kyoto : Kyoto University,
Doctoral Dissertation. Division of Forestry
and Bio – Material Since, Faculty of
Agriculture.

Frick, H., 1981, *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu*,
Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Haygreen, J., G., Bowyer, J., L., 1993, *Forest Product and Wood Science an Introduction, Fourth Edition*, Iowa State
Press, Iowa.

Ishak, A., I, dkk., 2014, *Laporan Penulisan Modul Ajar*, Progam Study Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas
Hasanudin, Makasar.

Jambeck, J., R., 2015, *Plastic Waste From Land into The Ocean*, University of Georgia, Georgia, *Science* . 347, 768.

Kallakas, H., 2015, *The Influence of Accelerated weathering on Mechanical and Physical Properties of Wood
Plastic Composite*, Proceedings of Estonia Academy of Science, Estonia. 64, 1S, 94–104.

Kollman, F., F., P., dan Cote, W., A., 1968, *Principle of Wood Science and Technology-Solid Wood*, Volume-1,
New York.

Li, H., dkk., 2014, *Effect of Durability Treatment on Ultraviolet Resistance, Strength, and Surface Wettability of
Wood Plastic Composite*. *BioResources* 9(2), 3591-3601.

Risnasari, I., 2008, *Morfologi Komposit Kayu-Plastik Dari Limbah Kayu Dan Plastik Daur Ulang pada Uji
Weathering*, Univeritas Sumatera Utara, Medan.

SNI 03-2105-2006, 2006, *Metode Pengujian Kuat
Tarik Kayu di Laboratorium*, Indonesia.

Susanti, A., 2014, *Pemanfaatan Limbah Plastik dan Serbuk Kayu Sengon sebagai Bahan Komposit Plastik*.
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

