

## ANALISIS SAMBUNGAN *WOOD PLASTIC COMPOSITE* (WPC) DARI KAYU JATI DAN PLASTIK HDPE ALAT SAMBUNG SEKRUP

Nur Khirul Anwar<sup>1</sup>, Yudhi Arandha<sup>2</sup>, Anis Rakhmawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

<sup>2</sup>) Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

<sup>3</sup>) Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Supratman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email: [nurkhirulanwar@gmail.com](mailto:nurkhirulanwar@gmail.com)<sup>1</sup>, [yudhiarnandha@untidar.ac.id](mailto:yudhiarnandha@untidar.ac.id)<sup>2</sup>,

[anisrakhmawati@untidar.ac.id](mailto:anisrakhmawati@untidar.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Komposit plastik kayu atau sering dikenal sebagai WPC (Wood Plastic Composite) merupakan salah satu material komposit yang penggunaannya semakin populer untuk keperluan konstruksi sebagai pengganti kayu. Keterbatasan ukuran membuat WPC perlu menggunakan sambungan. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kekuatan sambungan WPC Jati dengan menggunakan alat sambung sekrup.

Penelitian ini menggunakan sekrup dengan diameter 3,5 mm dan 4,0 mm dengan variasi penggunaan sekrup sebanyak 2 buah, 4 buah, 6 buah, dan 8 buah pada sambungan WPC untuk mengetahui perbandingan nilai tahanan lateral menggunakan sambungan geser satu irisan dan metode pengujian menggunakan ASTM D 5652-95. Hasil pengujian tahanan lateral didapatkan dengan metode 5% offset diameter. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Kota Magelang.

Berdasarkan hasil penelitian semakin besar diameter sekrup dan semakin banyak jumlah sekrup pada sambungan, maka akan meningkat kapasitas sambungan. Kapasitas sambungan terbesar didapatkan pada sambungan sekrup 4 mm dengan jumlah sekrup 2 buah yaitu kapasitas sambungan sebesar 366,36 N. Nilai tahanan lateral pengujian terbesar didapatkan pada sekrup diameter 4 mm dengan jumlah 4 buah, yaitu sebesar 1776,19 N.

---

**Kata kunci:** kapasitas sambungan, tahanan lateral, WPC Jati

### ABSTRACT

*Wood Plastic Composite or often known as WPC (Wood Plastic Composite) is one of the composite materials whose use is increasingly popular for construction purposes as a substitute for wood. Size limitations make WPC need to use a connection. This research was conducted to find out the strength of the WPC Jati connection by using a screw connecting tool.*

*This study used screws with a diameter of 3.5 mm and 4.0 mm with variations in the use of screws as much as 2 pieces, 4 pieces, 6 pieces, and 8 pieces on the WPC connection to find out the comparison of lateral design values using one slice sliding joint with the testing method ASTM D 5652-95. The result of lateral design value testing are obtained by 5% offset diameter method. The test was carried out at the structural laboratory, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Tidar University, Magelang City.*

*Based on the result of the study, the larger the diameter of the screw and the more screws on the connection, the higher the connection capacity. The largest connection capacity is obtained at a 4 mm screw connection with a screw count of 2 pieces, namely a connection capacity of 366.36 N. The largest test lateral resistance value is obtained on 4 mm diameter screw with a total of 4 pieces, which is 1776.19 N.*

---

**Keywords:** connection capacity, lateral resistance, WPC jati

## PENDAHULUAN

kayu adalah salah satu jenis material alami yang dapat diperoleh dari pohon. Kayu dapat dikatakan bersifat renewable, yaitu ketersediaannya terjamin sepanjang pengelolaannya dilakukan dengan memperhatikan kelestariannya. Kayu merupakan material yang dapat terurai secara sempurna dan dapat didaur ulang. Oleh karenanya hingga saat ini, kayu disebut sebagai satu-satunya material struktur yang ramah terhadap lingkungan (Setyawan, 2010).

Material komposit plastik kayu yang sering disebut sebagai WPC (Wood Plastic Composite), adalah salah satu material komposit generasi baru yang pembuatannya melalui proses pengempaan dan pemanasan. Penggunaan material WPC sebagai komponen struktur dewasa ini semakin menjamur, angka ini menjadi semakin tinggi karena beberapa WPC menawarkan beberapa keunggulan di antaranya: awet, ringan, harga yang relatif murah dan mampu bersaing, bentuknya fleksibel, dan yang paling penting ramah lingkungan.

Penelitian ini berfokus pada kekuatan sambungan dengan sekrup sebagai pengencangnya dengan menggunakan metode geser satu irisan. Diketahui banyak jenis dan ukuran sekrup yang ditawarkan di pasaran, maka penelitian ini memvariasikan jumlah dan diameter sekrup untuk mengetahui sambungan paling tinggi. Penelitian ini menghasilkan gambaran mengenai kekuatan sambungan dengan pengencang mekanik sekrup pada material WPC Jati. Berdasarkan hasil penelitian ini, jumlah dan diameter sekrup yang menghasilkan kekuatan paling tinggi sebagai alat sambung untuk material WPC Jati dapat diperoleh dan menjadi rekomendasi untuk keperluan praktis di masa depan.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian menerangkan bagaimana pengaruh sambungan *Wood Plastic Composite* (WPC) Kayu Jati dengan menggunakan alat sambung sekrup terhadap nilai tahanan lateral dan kapasitas sambungan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tahanan lateral material WPC Jati dengan alat sambung sekrup serta mengetahui penggunaan jumlah sekrup pada sambungan WPC jati yang dapat menghasilkan kapasitas sambungan terbesar.

## TINJAUAN PUSTAKA, LANDASAN TEORI

Penelitian terdahulu, hasil tahanan lateral pada baut yang diperoleh, tahanan lateral pengujian jauh lebih besar, dengan hasil tahanan lateral pada baut 6 mm sebesar 3050 N, baut 8 mm sebesar 3700,825 N, baut 10 mm sebesar 5476,569 N, dan baut 12 mm sebesar 8735576 N. (Istiqomah, 2020).

Penelitian selanjutnya, penelitian ini menghasilkan tahanan lateral pengujian yang lebih besar dibandingkan tahanan lateral prediksi dengan nilai tahanan lateral pengujian maksimum yaitu 5993,396 N pada baut diameter 12 mm (Aryandini, 2019).

Penelitian ini merupakan uji eksperimen untuk mencari nilai tahanan lateral terbaik pada sambungan WPC jati dengan menggunakan alat sambung sekrup.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah prosedur yang harus dilakukan agar menghasilkan pengetahuan ilmiah melalui penelitian yang sedang diteliti. Teknik yang hendak dipakai pada penelitian ini yakni melakukan eksperimental pengujian sambungan *Wood Plastic Composite* (WPC) dengan menggunakan alat sambung sekrup dan kemudian diuji kuat tekan untuk mengetahui nilai kapasitas sambungan dan tahanan lateral.

Kayu WPC yang akan digunakan dalam pengujian dipotong menjadi 32 benda uji dengan dimensi masing-masing benda uji adalah 100 mm x 40 mm x 40 mm. setelah dilakukan pemotongan pada WPC, selanjutnya dilakukan pelubangan sesuai jumlah sekrup yang akan di jadikan alat sambung. Variasi jumlah sekrup yang akan dijadikan alat sambung yaitu 2 buah, 4 buah, 6 buah, dan 8 buah dengan menggunakan variasi diameter sekrup 3,5 mm dan 4 mm. Setelah dilakukan pelubangan selanjutnya sekrup dikencangkan pada benda uji dan diberi kode sesuai dengan kode pengujian untuk memudahkan dalam membaca data pengujian. Kode pengujian pada sekrup variasi diameter 3,5 mm dan sekrup variasi diameter 4 mm dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

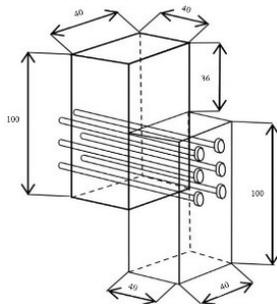
Tabel 3.1 Jumlah dan Kode Benda Uji  
Diameter 3,5 mm

Diameter Sekrup (mm)	Jumlah Sekrup (buah)	Kode benda uji	Jumlah benda uji (buah)
3,5	2	2A1, 2A2, 2A3, 2A4	4
3,5	4	4A1, 4A2, 4A3, 4A4	4
3,5	6	6A1, 6A2, 6A3, 6A4	4
3,5	8	8A1, 8A2, 6A3, 6A4	4

Tabel 3.2 Jumlah dan Kode Benda Uji  
Diameter 4 mm

Diameter Sekrup (mm)	Jumlah Sekrup (buah)	Kode benda uji	Jumlah benda uji (buah)
4	2	2B1, 2B2, 2B3, 2B4	4
4	4	4B1, 4B2, 4B3, 4B4	4
4	6	6B1, 6B2, 6B3, 6B4	4
4	8	8B1, 8B2, 8B3, 8B4	4

Benda Uji yang akan dibuat memiliki dimensi sesuai pada Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 Benda Uji Penelitian

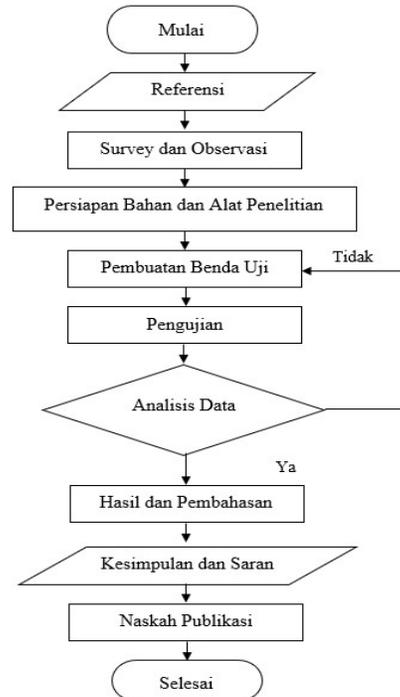
#### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan diantaranya mesin *Universal Testing Machine (UTM)*, mesin potong kayu, gergaji *circle*, klem C, meteran, obeng plus, dan jangka sorong.

Bahan sebagai pembuatan sambungan *Wood Plastic Composite (WPC)*, yaitu: balok WPC dan sekrup kunci.

#### B. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Material dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Pengujian yang dilakukan untuk sambungan WPC jati ialah pengujian kuat tekan. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengujian, antara lain sebagai berikut:

#### C. Pengujian Kuat Tekan

Tahapan pengujian kuat tekan antara lain, yaitu:

1. Menyiapkan benda uji sesuai pada Gambar 3.1
2. Memberi kode pada setiap benda uji
3. Memasang benda uji pada mesin uji *Universal Testing Machine*; sesuai pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengujian dengan Alat UTM

4. Mengoperasikan mesin *Universal Testing Machine*;
5. Mengamati pembacaan beban pada mesin *Compression Testing Machine* sampai beban maksimum,

6. Matikan mesin setelah mencapai beban maksimum, lalu kembali normal.
7. Mencatat berapa beban maksimumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Kuat Sambungan Kayu

Hasil perhitungan pengujian kuat sambungan kayu pada diameter sekrup 3,5 mm dan 4 mm disajikan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Data Perhitungan Kuat Sambungan Kayu diameter Sekrup 3,5 mm

Diameter Sekrup (mm)	Benda Uji	Jumlah Sekrup (buah)	Kapasitas Sambungan (N)				
			BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
3,5	2A	2	4981,42	5112,94	3370,27	2942,82	4101,86
3,5	4A	4	4504,65	6403,86	6493,93	4833,45	5558,97
3,5	6A	6	5951,40	5375,99	7431,02	5178,70	5984,28
3,5	8A	8	5359,54	8137,96	8351,68	5819,87	6917,26

Tabel 4.2. Data Perhitungan Kuat Sambungan Kayu diameter Sekrup 4,0 mm

Diameter Sekrup (mm)	Benda Uji	Jumlah Sekrup (buah)	Kapasitas Sambungan (N)				
			BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
4	2B	2	8401,00	5606,15	7266,62	5803,43	6769,30
4	4B	4	6904,93	9749,11	6609,01	7776,27	7759,83
4	6B	6	8039,32	9666,91	8532,53	10012,15	9062,73
4	8B	8	11738,4	7809,15	8302,36	9831,31	9420,30

### B. Mode Kegagalan Sambungan

Berdasarkan pada hasil pengujian mode kelelahan yang terjadi pada sambungan diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Mode Kegagalan Sambungan

No.	Diameter Nominal (mm)	Jumlah sekrup (buah)	Bentuk Kerusakan pada Kayu	Deformasi yang terjadi pada Alat Sambung	Mode Kegagalan
1.	3,5	2			IV
2.	3,5	4			IIIs
3.	3,5	6			IIIs
4.	3,5	8			IIIs

Kegagalan sambungan atau kelelahan sambungan pada tiap variasi jumlah sekrup diperlihatkan dalam Tabel 4.3. Mode kelelahan pada sambungan 2 buah sekrup diameter 3,5 mm adalah mode IV, 4 buah, 6 buah dan 8 buah sekrup diameter 3,5 mm

adalah mode IIIs. Mode kelelahan menggunakan 2 buah sekrup diameter 4 mm adalah mode IV, 4 buah, 6 buah dan 8 buah sekrup diameter 4 mm adalah mode kelelahan IIIs.

### C. Mode Kegagalan Sambungan Prediksi

Perbedaan mode kegagalan prediksi dengan mode kegagalan pengujian di jabarkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Perhitungan Nilai Tahanan Lateral Prediksi

Sekrup Diameter 3,5 mm	Mode kegagalan		Sekrup Diameter 4,0 mm	Mode Kegagalan	
	Pengujian	Prediksi		Pengujian	Prediksi
2	IV	IV	2	IV	IV
4	IIIs	IV	4	IIIs	IV
6	IIIs	IV	6	IIIs	IV
8	IIIs	IV	8	IIIs	IV

Berdasarkan informasi pada Tabel 4.4 di atas, terjadi ketidaksamaan antara kegagalan sambungan yang terjadi pada saat pengujian dan kegagalan prediksi. Hal ini disebabkan karena saat pengujian posisi benda uji mengalami pergeseran dan deformasi pada sekrup atau kerusakan yang terjadi pada kayu yang dipakai. Pergeseran bisa saja terjadi karena benda uji hanya memiliki satu bidang geser dan pada saat pengencangan sekrup tidak memakai alat pengencang yang menyebabkan tidak ada keseragaman kekencangan.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat sambung sekrup diameter 3,5 mm dan diameter 4 mm dengan jumlah 2 buah sekrup mengalami kegagalan terlebih dahulu dibandingkan dengan kegagalan pada kayu. Sambungan dengan jumlah sekrup 4, 6 dan 8 buah menunjukkan kegagalan terjadi pada kayu samping terlebih dahulu sebelum selanjutnya kegagalan pada alat sambung sekrup. Sambungan dengan diameter sekrup 4 mm dengan jumlah 4, 6 dan 8 buah memiliki mode kegagalan IIIs. Sambungan sekrup diameter 3,5 mm dan 4 mm dengan jumlah 2 buah memiliki mode kegagalan IV. Mode kegagalan IV didasarkan pada kerusakan yang terjadi pada sekrup yang terletak pada kayu samping dan kayu utama. Sekrup pada kayu mengalami pembengkokan dan lubang sekrup menurun serta membesar.

Sambungan dengan diameter 3,5 mm dan 4 mm dengan jumlah sekrup 4, 6 dan 8 buah memiliki mode kegagalan IIIs. Mode kegagalan IIIs didasarkan karena kegagalan yang terjadi pada kayu samping dan alat sambung pada kayu utam, biasanya memiliki satu atau dua bidang geser.

#### D. Tahanan Lateral

Nilai tahanan lateral prediksi dapat dihitung/dianalisis mengikuti ketentuan SNI 7973-2013 mengenai spesifikasi desain untuk konstruksi kayu.

Tahanan Lateral untuk Diameter 3,5 mm  
Tabel 4.5 Nilai Tahanan Lateral Prediksi  
(Diameter Sekrup 3,5 mm)

Benda uji	Jumlah Sekrup (buah)	Tahanan Lateral Prediksi (N)				
		BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
2A	2	294,61	296,29	294,61	292,93	294,61
4A	4	291,26	297,98	294,61	292,93	294,20
6A	6	292,93	294,61	296,29	294,61	294,61
8A	8	294,61	291,26	294,61	292,93	293,35

Berdasarkan informasi dalam Tabel 4.5, diketahui bahwa nilai tahanan lateral prediksi pada setiap benda uji tidak sama. Nilai tahanan lateral prediksi terbesar terdapat pada benda uji 2A dengan jumlah sekrup 2 yaitu 294,61 N, sedangkan yang terkecil pada benda uji 8A dengan jumlah sekrup 8 yaitu 293,35 N.

Tabel 4.6 Nilai Tahanan Lateral Pengujian  
(Diameter Sekrup 3,5 mm)

Benda uji	Jumlah Sekrup (buah)	Tahanan Lateral Pengujian (N)				
		BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
2A	2	1298,63	1293,78	1291,52	1162,35	1261,57
4A	4	973,13	1622,76	1520,50	977,00	1273,35
6A	6	970,55	970,24	1620,00	917,84	1119,66
8A	8	1164,13	975,40	1937,95	973,13	1262,65

Contoh Perhitungan Tahanan Lateral Pengujian (Diameter 3,5 mm) :

$$2A1 = (4/6 \text{ mm} \times 0,5 \text{ MPa}) \times 2,5 \text{ MPa} \\ = (0,667 \text{ mm} \times 72,52 \text{ lbs}) \times 290,074 \text{ lbs} \\ = (0,026 \text{ inc} \times 72,52 \text{ lbs}) \times 290,074 \text{ lbs} \\ = 291,95 \text{ lbs} \text{ (1298,63 N)}$$

Keterangan :

4/6 mm diperoleh dari nilai perbandingan pada titik temu antara garis offside 5% dengan grafik pengujian

0,5 MPa didapatkan dari hasil selisih tiap titik beban pada grafik pengujian

Berdasarkan Tabel 4.6 nilai tahanan lateral pengujian paling tinggi adalah pada benda uji 4A dengan jumlah sekrup 4 yaitu 1273,35 N sedangkan yang terkecil pada benda uji 6A dengan jumlah sekrup 6 yaitu 1119,66 N.

Nilai yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa ternyata nilai tahanan lateral yang diprediksi lebih rendah dari nilai tahanan lateral hasil pengujian langsung. dikarenakan tahanan lateral prediksi nilai kuat lentur sekrup dan nilai kuat tumpu sekrup diambil dari data sekunder, sedangkan nilai tahanan lateral hasil eksperimen lebih besar karena teori EYM yang mempertimbangkan adanya gaya gesek pada sambungan.

Tahanan Lateral untuk Diameter 4 mm  
Tabel 4.7 Nilai Tahanan Lateral Prediksi  
(Diameter Sekrup 4 mm)

Benda uji	Jumlah Sekrup (buah)	Tahanan Lateral Prediksi (N)				
		BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
2B	2	365,44	363,62	367,27	369,10	366,36
4B	4	365,44	365,44	363,62	363,62	364,53
6B	6	367,27	367,27	365,44	363,62	365,90
8B	8	365,44	367,27	365,44	365,44	365,90

Sesuai dengan informasi dalam Tabel 4.7 di atas, diperoleh nilai tahanan lateral prediksi pada setiap benda uji ternyata tidak sama besar. Nilai tahanan lateral prediksi terbesar terdapat pada benda uji kode 2B dengan jumlah sekrup 2 yaitu 349,07N sedangkan yang terkecil pada benda uji kode 8B dengan jumlah sekrup 8 yaitu 312,58N.

Tabel 4.8 Nilai Tahanan Lateral Pengujian  
(Diameter Sekrup 4 mm)

Benda uji	Jumlah Sekrup (buah)	Tahanan Lateral Pengujian (N)				
		BU 1	BU 2	BU 3	BU 4	Rata-rata
2B	2	2260,83	976,07	1622,81	1292,14	1537,96
4B	4	1293,79	1935,37	2583,39	1292,19	1776,19
6B	6	1294,41	1620,23	1295,39	1945,37	1538,85
8B	8	977,40	1612,84	1298,95	1616,98	1376,54

Berdasarkan informasi dalam Tabel 4.14 nilai tahanan lateral pengujian paling tinggi adalah pada benda uji kode 4B dengan jumlah sekrup 4 yaitu sebesar 1776,19 N sedangkan yang terkecil pada benda uji kode 8B dengan jumlah sekrup 8 yaitu sebesar 1376,54 N.

Nilai perbandingan yang diinformasikan dari Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, yaitu nilai tahanan lateral prediksi yang lebih kecil daripada nilai tahanan lateral hasil eksperimen, dikarenakan tahanan lateral prediksi nilai kuat lentur sekrup dan nilai kuat tumpu sekrup diambil dari data sekunder. Sedangkan nilai tahanan lateral eksperimen memberikan hasil yang lebih tinggi karena teori EYM juga mempertimbangkan adanya gaya gesek yang terjadi pada sambungan.

Kesimpulan untuk tahanan lateral setiap benda uji pada penelitian ini didapatkan nilai yang tidak sama. Tahanan lateral baik prediksi maupun hasil uji/eksperimen berbanding lurus dengan besarnya ukuran diameter sekrup. Namun terkait jumlah sekrup yang digunakan pada setiap ukuran sekrup, ternyata tidak berpengaruh nyata terhadap nilai tahanan lateral. Hal ini disebabkan karena penggunaan teori EYM pada sambungan bekerja secara elastis.

#### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kapasitas sambungan pada pengujian kuat sambungan Kayu WPC Jati menggunakan jumlah sekrup dengan diameter sekrup 3,5mm dengan jumlah sekrup 2 buah, 4 buah, 6 buah dan 8 buah berturut-turut adalah 4101,863 N ; 5558,97 N ; 5984,28 N ; 6417,26 N. Sedangkan nilai rata-rata kapasitas sambungan pada pengujian kuat sambungan Kayu WPC Jati menggunakan jumlah sekrup dengan diameter sekrup 4,0 mm dengan jumlah sekrup 2 buah, 4 buah, 6 buah dan 8 buah berturut-turut adalah 5914,41 N ; 7759,83 N ; 9062,73 N ; 9420,3 N. Semakin besar diameter sekrup dan semakin banyak jumlah sekrup yang digunakan, maka semakin besar nilai kapasitas sambungannya.
2. Nilai tahanan lateral pengujian yang didapat berdasarkan metode 5 % offset diameter untuk jumlah sekrup 2 buah, 4 buah, 6 buah dan 8 buah berturut-turut adalah 1261,57 N ; 1273,35 N ; 1119,66 N ; 1262,65 N. Sedangkan nilai tahanan

lateral pengujian yang di dapat berdasarkan metode 5 % offset diameter untuk jumlah sekrup 2 buah, 4 buah, 6 buah dan 8 buah berturut-turut adalah 1537,96 N ; 1776,19 N ; 1538,85 N ; 1376,54 N. Penelitian sambungan Kayu WPC Jati menggunakan sekrup dengan dua macam diameter yang berbeda mendapatkan hasil bahwa penggunaan sekrup dengan diameter 4 mm dan jumlah 2 buah menghasilkan tahanan lateral paling tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arnandha, Y., dkk., 2016, Evaluasi Kuat Tumpuan Alat Sambung Baut pada Papan WPC dari Limbah Sengon dan Plastik HDPE, Media Komunikasi Teknik Sipil, 22(2), Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, Yogyakarta.
- [2] Endrajaya, A., 2018, Pengujian Kuat Sambungan Sekrup pada Bambu Laminasi dengan Metode Geser Satu Irian. Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- [3] Setyawan, A., 2010, Pengaruh Pydra Claw Nailplate dan Perak Terhadap Kuat Lentur Balok Kayu Pada Sambungan Tegak (Butt Joint), Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [4] *Spesifikasi Desain untuk Kontruksi Kayu*, 2013, Standar Nasional Indonesia SNI 7973:2013, Badan Standarsisasi Nasional, Jakarta.
- [5] *Standard Test Methods for Bolted Connection in Wood and Wood-Based Products*, ASTM D5652-95, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Availabel at: [www.astm.org](http://www.astm.org).
- [6] *Standard test Method for Evaluating Dowel Bearing Strenght of Wood*, 2017, ASTM D5764-97a, West Conshohocken, PA: ASTM Internasional, Availabel at: [www.astm.org](http://www.astm.org).