

Keteguhan Sambungan Kayu Resak (*Vatica rassak* BI) Berdasarkan Bentuk Sambungan dan Jumlah Paku

AHMAD YANI

*Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124
Alamat Korespondensi: email: ahyani_ir@yahoo.com*

Abstrak: Sambungan kayu merupakan konstruksi yang terdiri dari dua potong kayu yang dihubungkan dengan suatu sistem hubungan tertentu dengan suatu bentuk tertentu dan menggunakan alat sambungan pada sambungannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran nilai keteguhan bentuk sambungan dan jumlah paku pada sambungan kayu resak. Percobaan menggunakan perlakuan yaitu bentuk sambungan (sambungan bibir miring berkait, sambungan bibir lurus dan sambungan bibir miring) dan jumlah paku (2 buah paku dan 4 buah paku). Parameter yang diamati yaitu keteguhan lentur statis sampai modulus elastisitas (MoE) dan sampai batas patah (MoR). Hasil penelitian menunjukkan nilai MoE kayu resak dari sambungan bibir miring berkait 22.756,50 kg/cm², bibir miring 14.726,22 kg/cm², dan bibir lurus 15.923,99 kg/cm², sedangkan 2 buah paku 13.927,11 kg/cm² dan 4 buah paku 21.677,35 kg/cm². MoR sambungan bibir miring berkait 51,50 kg/cm², bibir miring 30,39 kg/cm², dan bibir lurus 33,02 kg/cm², sedangkan 2 buah paku 33,10 kg/cm² dan 4 buah paku 43,51 kg/cm².

Keywords: *Modulus of Elasticity (MoE), Modulus of Rupture (MoR), kayu resak.*

Kayu sebagai bahan konstruksi memerlukan persyaratan tertentu yaitu keteguhan kayu dalam memikul beban maksimum yang mungkin timbul, karena kayu di dalam konstruksi bangunan digunakan pada bagian yang menahan muatan tetap dan muatan angin dengan bentangan yang panjang (Sinaga, 1994). Penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi masih menjadi pilihan utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Sebagian besar kayu diperuntukkan pada bangunan rumah atau gedung, sedangkan sebagian lagi digunakan untuk jembatan, dermaga, dan lainnya. Untuk keperluan konstruksi tersebut maka diperlukan bahan kayu dengan bentangan yang berukuran panjang, sedangkan kayu-kayu yang dijual di pasaran sangat terbatas ukuran panjangnya. Maka untuk keperluan tersebut biasanya dilakukan teknik penyambungan.

Macam sambungan yang perlu diperhitungkan dengan serius adalah sambungan tekan. Hal ini disebabkan kekuatan sambungan kayu khususnya yang menerima gaya tekan biasanya memiliki keteguhan kayu yang relative rendah dalam memikul beban maksimum yang mungkin timbul dalam waktu yang lama, sehingga sulit untuk menyamai besar kekuatan batang atau balok utamanya. Kekuatan sambungan kayu sangat dipengaruhi oleh komponen pembentuk sambungan, yaitu alat sambung dan macam atau bentuk sambungan.

Suatu bangunan disamping memerlukan rancang bangun yang tepat maka perhatian terhadap sambungan kayu pada bangunan tersebut dapat menyebabkan penggunaan kayu menjadi lebih

efektif dan efisien. Sutikno (1995), sambungan kayu merupakan dua batang kayu atau lebih yang saling disambungkan satu dengan yang lain, sehingga menjadi satu batang yang panjangnya sesuai dengan keinginan. Sambungan kayu arah memanjang, oleh Soedijanto dan Susani (1979), dapat diperoleh dengan cara penyambungan menggunakan sambungan bibir miring berkait, sambungan bibir lurus, sambungan bibir miring, berkait lurus, sambungan jari (*finger joint*). Kemampuan bentuk sambungan bibir miring berkait yang telah dilakukan penyambungan akan memberikan tingkat kekuatan yang berbeda-beda dengan bentuk sambungan bibir miring dan bibir lurus. Hal ini seperti yang dikatakan Sutikno (1995), bahwa sambungan biri miring berkait sangat cocok dalam menahan gaya lentur maupun gaya tarik. Kekuatan sambungan bibir miring berkait lebih baik dibandingkan dengan bentuk sambungan lainnya (Sinaga, 1994).

Bentuk sambungan yang bermacam-macam dalam suatu konstruksi bangunan diperlukan suatu alat sambungan sebagai pengokoh kekuatan sambungan. Fungsi alat sambung adalah penyambung dan penghantar gaya yang bekerja pada satu bagian ke bagian lain dari sambungan. satu bagian ke bagian lain tersebut masing-masing merupakan satu kesatuan (Brown et al, 1952). Alat sambung yang relatif murah dan mudah digunakan adalah paku. Hal ini mengingat dalam konstruksi kayu sebagian besar masih menggunakan alat sambung berupa paku, sehingga diperlukan suatu metode yang mudah dalam mengetahui besar beban yang mampu diterima oleh sambungan. Paku walaupun dalam perkembangannya mulai ditinggalkan karena daya dukungnya kecil tapi paku mempunyai keunggulan di antaranya; paku lebih kaku dan mempunyai sesaran yang lebih kecil dibanding baut (Yap, 1999).

Kayu yang disambung dengan menggunakan jumlah paku sebanyak 4 buah akan memiliki kekuatan yang relative lebih baik dibandingkan dengan menggunakan paku 2 buah paku. Hal sesuai dengan yang dikatakan oleh Frick (1982), bahwa pada suatu sambungan yang menggunakan paku sebagai alat sambung sebaiknya paling sedikit terdiri dari 4 buah paku, yang kemudian dikuatkan oleh PPKI (1961), bahwa penggunaan 4 buah paku membantu mendukung dan menyebarkan pembebanan yang diterima oleh sambungan tersebut, sehingga memiliki keteguhan yang lebih baik.

Mengingat sebagian besar konstruksi kayu masih menggunakan berbagai bentuk sambung dan jumlah paku sebagai alat sambungan, sehingga diperlukan penelitian yang dapat mengetahui besar beban yang mampu diterima oleh sambungan tersebut. Sampai saat ini penelitian tentang kekuatan masing-masing bentuk dan alat sambungan masih sangat sedikit, sehingga belum diketahui dengan pasti tentang seberapa besar perbandingan kekuatan yang mampu ditopang oleh masing-masing sambungan kayu tersebut. Karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan sambungan kayu yang didapat dari bentuk sambungan kayu dan jumlah paku sebagai

alat sambungan, agar dapat ditentukan jenis konstruksi yang paling tepat untuk sambungan tersebut, terutama apabila penggunaan sambungan kayu tersebut diperuntukkan bagi konstruksi yang mengutamakan kekuatan terhadap gaya yang diperoleh dari atas (gaya tekan).

Tujuan dari pengujian terhadap sambungan ini yaitu untuk memperoleh data tentang nilai keteguhan lengkung statis (*Modulus of Elasticity* (MoE) dan *Modulus of Rupture* (MoR)) dari bentuk sambungan dan jumlah paku sebagai alat sambung. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah didapatkan nilai keteguhan lengkung statis dari bentuk sambungan dan jumlah paku pada suatu sambungan, sehingga dapat ditentukan sambungan mana yang memiliki nilai kekuatan yang lebih baik berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan kayu resak yang diperoleh dari toko material yang ada di Kota Pontianak dalam bentuk sortimen berukuran 6 cm x 6 cm x 400 cm. Pengujian yang dilakukan yaitu uji keteguhan lengkung statis (MoE dan MoR), yang di dapat dari bentuk sambungan dan jumlah paku serta tanpa sambungan sebagai kontrol. Kayu resak yang diperoleh dalam bentuk sortimen dengan kadar air di atas 20 %, yang kemudian dilakukan pengeringan dengan kering udara mencapai 10 – 15 %. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu paku kawat baja dengan ukuran panjang 51 mm dengan diameter 2,8 mm. Paku-paku tersebut digunakan sebagai alat sambungan pada setiap bentuk sambungan (Sambungan bibir miring berkait, bibir lurus dan bibir miring).

Kayu Resak dibuat menjadi ukuran 5cm x 5 cm x 44,25 cm untuk satu bagian sambungan sehingga jika digabungkan dengan pasangannya menjadi ukuran 5 cm x 5 cm x 76 cm. Selain itu dibuat juga contoh uji kontrol (tanpa sambungan) dengan ukuran 5 x 5 x 76 cm (standar ASTM D143 – 52). Bentuk sambungan yang dibuat untuk dibandingkan adalah bentuk sambungan bibir miring berkait, sambungan bibir lurus, sambungan bibir miring dan tanpa sambungan (kontrol) dan jumlah paku yang dibuat untuk dibandingkan adalah 2 buah dan 4 buah paku yang kesemuanya dilakukan dalam 3 kali ulangan.

Sampel contoh uji tersebut diuji menggunakan Universal Testing Machine merk Galdabini, sehingga diperoleh data hasil pengujian. Data yang diperoleh yaitu nilai Keteguhan Lengkung Statis yang meliputi nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) dan *Modulus of Rupture* (MoR) yang dalam perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MoE = \frac{P' \times L^3}{4 \Delta y \times b \times h^3}$$

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

Dimana:

- MoE = Keteguhan lengkung statis sampai modulus elastisitas (kg/cm²)
 MoR = Keteguhan lengkung statis sampai batas maksimum (kg/cm²)
 P = Beban Maksimum (kg)
 P' = Beban sampai batas proporsi (kg)
 L = Jarak penyangga (cm)
 Δy = Defleksi/lenturan pada batas proporsi (cm)
 b = Lebar contoh uji (cm)
 h = Tebal contoh uji (cm)

HASIL

Keteguhan Lengkung Statis Sampai Batas *Modulus Elastisitas (MOE)*

Hasil perhitungan nilai rata-rata dari pengujian *Modulus of Elasticity (MOE)* dari bentuk sambungan dan jumlah paku pada contoh uji tersebut pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rerata Pengujian *Modulus of Elasticity (MoE)* (kg/cm²) pada kayu Resak

	Bibir miring berkait	Bibir lurus	Bibir miring
2 Buah paku	16.901,3507	12.315,7147	12.564,2704
4 Buah paku	28.611,6350	19.532,2637	16.888,1632
Kadar air (%)	11,12	10,34	11,25

Nilai Modulus of Elasticity (MoE) dari masing-masing bentuk sambungan dan jumlah paku yang memiliki nilai berbeda-beda. Pada contoh uji dimana sambungan yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada sambungan bibir miring berkait dengan 4 buah paku sebesar nilai rerata MoE sebesar 28.611,6350 kg/cm², sedangkan yang memiliki nilai terendah terdapat pada sambungan bibir lurus dengan 2 buah paku sebesar nilai rerata MoE sebesar 12.315,7147 kg/cm².

Keteguhan Lengkung Statis Sampai Batas Patah (MoR). Hasil perhitungan nilai rata-rata dari pengujian *Modulus of Rupture (MoR)* dari bentuk sambungan dan jumlah paku pada contoh uji tersebut pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rerata Pengujian Modulus of Rupture (MoR) (kg/cm²) pada kayu Resak

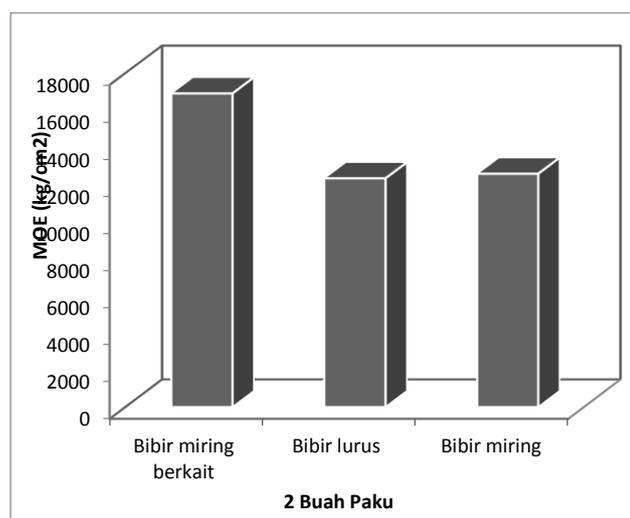
	Bibir miring berkait	Bibir lurus	Bibir miring
2 Buah paku	40,8485	32,0484	26,3880
4 Buah paku	62,1453	34,0001	34,3876
Kadar air (%)	11,12	10,34	11,25

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rerata *Modulus of Rupture (MoR)* dari masing-masing bentuk sambungan dan jumlah paku memiliki nilai yang bervariasi. Pada contoh uji dimana sambungan yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada sambungan bibir miring berkait dengan 4 buah paku yang memiliki nilai rerata MoR sebesar 62,1453 kg/cm², sedangkan yang memiliki

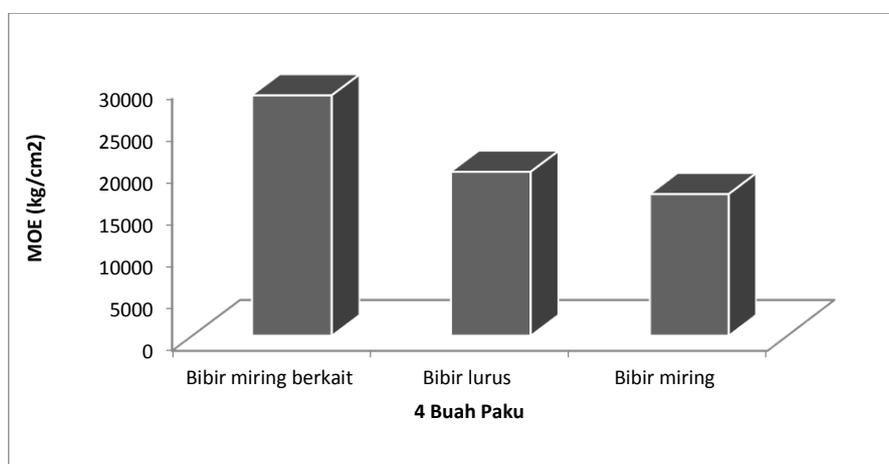
nilai terendah terdapat pada sambungan bibir miring dengan 2 buah paku yang memiliki nilai rerata MoR sebesar 26,3880 kg/cm².

PEMBAHASAN

Keteguhan Lengkung Statis Sampai Batas *Modulus Elastisitas (MOE)*. Gambaran nilai rerata MoE dari jumlah paku dan bentuk sambungan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa nilai rerata *Modulus of Elasticity (MoE)* sambungan bibir miring berkait baik pada 2 buah paku maupun 4 buah paku nilainya lebih tinggi dari pada nilai rerata MoE sambungan bibir miring dan bibir lurus.



Gambar 1. Grafik nilai rerata MoE 2 buah paku dari 3 bentuk sambungan kayu Resak.



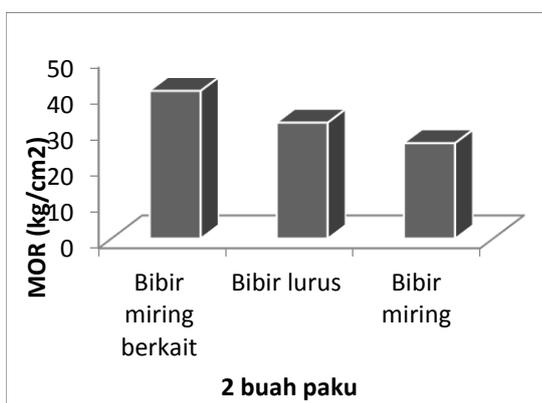
Gambar 2. Grafik nilai rerata MoE 4 buah paku dari 3 bentuk sambungan kayu Resak.

Rendahnya nilai MoE pada sambungan bibir lurus dan bibir miring dibandingkan dengan sambungan bibir miring berkait adalah karena perbedaan kekuatan ikatan pada kayu. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutikno (1995) bahwa sambungan bibir miring berkait sangat cocok dalam

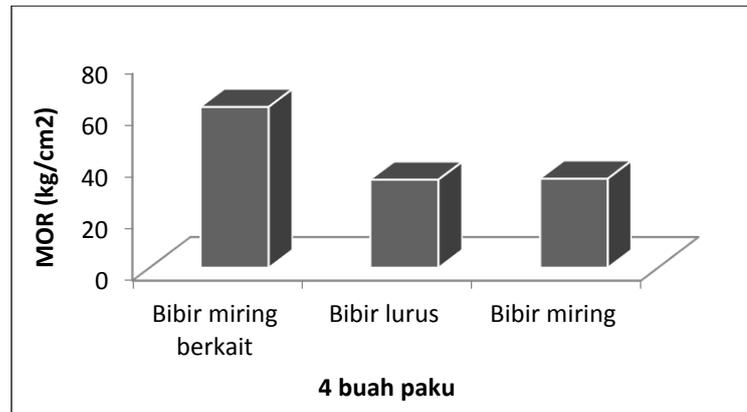
menahan gaya lentur maupun gaya tarik. Kemudian dikuatkan dengan penelitian Sinaga (1994) bahwa bentuk sambungan bibir miring berkait lebih baik dibandingkan bentuk sambungan lainnya. Perbedaan tersebut disebabkan pada bentuk sambungan bibir miring berkait terdapat takik miring yang merupakan sambungan tekan dari dua batang yang miring, yang dapat mencegah timbulnya tegangan dan deformasi melebihi yang diinginkan. Sedangkan pada sambungan bibir miring diakibatkan karena permukaannya yang saling bersambungan membentuk kemiringan 45° dan mengakibatkan pergeseran yang cukup besar karena bidang kontak yang menahan pergeseran horizontal berubah. Sedangkan bibir lurus membagi bidang sambungan menjadi sama besar, sehingga kekuatan mengikat paku pada kayu terbagi sama rata (Irvandi dan Arifuddin, 2005).

Sambungan kayu dengan 4 buah paku nilai keteguhannya lebih kuat dibandingkan dengan menggunakan 2 buah paku. Hal ini sesuai seperti dikatakan Frick, (1982) bahwa pada suatu sambungan yang menggunakan paku sebagai alat sambung sebaiknya paling sedikit terdiri dari 4 buah paku. Penggunaan 4 buah paku membantu mendukung dan menyebarkan pembebanan yang diterima oleh sambungan tersebut, sehingga memiliki keteguhan yang lebih baik (PPKI, 1961).

Keteguhan Lengkung Statis Sampai Batas Patah (MoR). Gambaran nilai rerata *Modulus of Rupture (MoR)* dari jumlah paku dan bentuk sambungan contoh uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Gambar 3 dan 4 memperlihatkan bahwa nilai rerata MoR sambungan bibir miring berkait baik dengan 2 buah paku maupun 4 buah paku nilainya lebih tinggi dari pada nilai rerata MoR sambungan bibir miring dan bibir lurus.



Gambar 3. Grafik nilai rerata MOR 2 buah paku dari 3 bentuk sambungan kayu Resak.



Gambar 4. Grafik nilai rerata MOR 4 buah paku dari 3 bentuk sambungan kayu Resak

Rendahnya nilai MoR pada sambungan bibir lurus dan bibir miring dibandingkan dengan sambungan bibir miring berkait dikarenakan perbedaan kekuatan ikatan pada kayu. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan Sutikno (1995) bahwa sambungan bibir miring berkait sangat cocok dalam menahan gaya lentur maupun gaya tarik. Kemudian dikuatkan dengan penelitian Sinaga (1994) bahwa bentuk sambungan bibir miring berkait lebih baik dibandingkan bentuk sambungan lainnya. Perbedaan tersebut disebabkan pada bentuk sambungan bibir miring berkait terdapat takik miring yang merupakan sambungan tekan dari dua batang yang miring, yang dapat mencegah timbulnya tegangan dan deformasi melebihi yang diinginkan. Pada sambungan bibir miring diakibatkan karena permukaannya yang saling bersambungan membentuk kemiringan 45° dan mengakibatkan pergeseran yang cukup besar karena bidang kontak yang menahan pergeseran horizontal mudah berubah. Sedangkan bibir lurus membagi bidang sambungan menjadi sama besar, sehingga kekuatan mengikat paku pada kayu terbagi sama rata (Irvandi dan Arifuddin, 2005).

Sambungan kayu dengan jumlah paku sebanyak 4 buah tentunya lebih kuat dibandingkan dengan menggunakan 2 buah paku. Hal ini sesuai seperti dikatakan Frick, (1982) bahwa pada suatu sambungan yang menggunakan paku sebagai alat sambung sebaiknya paling sedikit terdiri dari 4 buah paku. Penggunaan 4 buah paku membantu mendukung dan menyebarkan pembebanan yang diterima oleh sambungan tersebut, sehingga memiliki keteguhan yang lebih baik (PPKI, 1961).

Klasifikasi Keteguhan Sambungan Kayu Resak. Kekuatan sifat-sifat kayu ini tentunya di dapatkan pada kayu yang solid, dimana pada permukaan kayu yang dipergunakan dalam keadaan utuh atau tanpa sambungan. Sedangkan kayu yang telah mengalami penyambung yang diakibatkan kekurangan ukuran, akan menyebabkan kayu tersebut mengalami pengurangan kekuatannya dalam menahan beban.

Sampai seberapa besar terjadinya pengurangan kekuatan yang diperoleh pada kayu yang mengalami penyambungan baik dalam bentuk sambungan dan alat sambungan, maka dilakukan

perbandingan antara hasil penelitian dengan klasifikasi yang telah dibuat oleh Den Berger (Karnasudirdja, dkk, 1978).

Tabel 3. Klasifikasi Kekuatan Kayu Sambungan Jenis Resak Berdasarkan Den Berger.

Kelas Kuat	Klasifikasi Den Berger		Hasil Penelitian				Keterangan
	MoE (kg/cm ²)	MoR (kg/cm ²)	MoE (kg/cm ²)		MoR (kg/cm ²)		
			2 buah paku	4 buah paku	2 buah paku	4 buah paku	
I	150.000	> 1100	16.901,35	28.611,64	40,85	62,15	Sambungan Berkait miring
II	112.000	725-1100					Sambungan Bibir lurus
III	90.000	500-725	12.315,72	29.532,26	32,05	34,00	Sambungan Bibir miring
IV	70.000	300-500					
V	<70.000	<300	12.564,27	16.888,16	26,39	34,39	Kayu utuh
			84.165,44		120,01		

Tabel 3 memperlihatkan hasil penelitian pada kayu resak yang jika dimasukkan kedalam klasifikasi Den Berger menunjukkan untuk kayu utuh nilai MoE termasuk ke dalam kelas kuat IV dan nilai MoR termasuk kelas kuat V. Sedangkan pada kayu resak yang telah dilakukan berbagai macam bentuk sambungan (sambungan bibir miring berkait, sambungan bibir miring, dan sambungan lurus) dan jumlah paku (2 buah paku dan 4 buah paku) menghasilkan kelas kuat V. Terjadi penurunan tingkat kekuatan pada MoE yang semulanya pada kayu utuh termasuk kelas kuat IV menjadi kelas kuat V setelah dilakukan penyambungan, sedangkan nilai MoR pada kayu utuh termasuk kelas kuat V menjadi tetap.

Kayu utuh resak dari hasil penelitian menunjukkan nilai MoE 84.165,44 kg/cm² dan termasuk kelas kuat IV, sedangkan nilai MoR 120,01 kg/cm² dan termasuk kelas kuat V. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Samingan (1982) kayu resak termasuk kelas kuat II. Hal ini dikarenakan kekuatan suatu jenis kayu dipengaruhi oleh keadaan kayu itu sendiri, faktor-faktor luar pada saat penggunaan kayu tersebut dan sampel uji yang diambil dalam bentuk sortimen dimana tidak diketahui posisi sortimen tersebut diambil dari satu pohon. Perlemahan yang terjadi sambungan kayu resak untuk nilai MoE dari berbagai bentuk sambungan dan jumlah paku sebesar $\pm 78\%$ dan nilai MoR terjadi perlemahan sebesar $\pm 68\%$. Yap (1999), menyatakan bahwa perlemahan yang terjadi jika sambungan menggunakan alat sambungan paku sebesar 50%. Hasil penelitian memperlihatkan besarnya perlemahan yang lebih, hal ini dapat disebabkan keterampilan dalam membuat bentuk sambungan dan cara memaku sambungan. Hal ini seperti yang dikatakan Suwarno dan Soehendrajati (1976), bahwa kekuatan sambungan dipengaruhi oleh tingkat keahlian kerja. Selain itu kekuatan sambungan kayu dipengaruhi oleh carapemasangan paku itu sendiri. Daya ikat sebuah paku akan lebih besar apabila paku dibenamkan miring (Stefford dan Murdoc, 1983).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian kekuatan sambungan kayu resak berdasarkan bentuk sambungan dan jumlah paku, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Perlakuan jumlah paku pada sambungan kayu resak memberikan pengaruh yang sangat nyata baik MoE dan MoR. Pemberian jumlah 4 paku lebih tinggi nilai MoE dan MoR dari 2 buah paku, dimana nilai tertinggi yaitu MoE 28.611,6350 kg/cm², dan MoR 62,1453 kg/cm². Sedangkan nilai terendah yaitu MoE 28.611,6350 kg/cm², dan MoR 26,3880 kg/cm²; 2) Perlakuan macam bentuk sambungan kayu resak memberikan pengaruh nyata baik pada MoE dan MoR. Bentuk sambungan Bibir miring berkait nilai MoE 22.756,4929 kg/cm² memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai terendah pada sambungan bibir miring 14.726,2168 kg/cm², sedangkan nilai MoR 51,4969 kg/cm² pada sambungan bibir miring berkait dan terendah pada sambungan bibir miring 30,3879 kg/cm²; dan 3) Klasifikasi kelas kuat kayu resak yang mengalami penyambungan termasuk ke dalam kelas kuat V, dimana terjadi perlemahan akibat sambungan sebesar 78% pada nilai MoE dan 68% pada nilai MoR.

Saran

Perlakuan pemberian 4 buah paku dan bentuk sambungan bibir miring berkait memberikan kekuatan sambungan baik MOE dan MOR yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain, sehingga dalam penggunaan bentuk sambungan dan jumlah paku sebaiknya menggunakan bentuk sambungan bibir miring berkait dan 4 buah jumlah paku. Selain itu keterampilan seseorang dalam membuat bentuk sambungan dan cara memaku pada kayu lebih disarankan, agar kerapian bentuk sambungan dan tidak terjadi rongga atau ruang pada penyambungan serta kurang pas dalam pemakuan tidak terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1961. Peraturan Kosntruksi Kayu Indonesia (PKKI). Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.Yayasan Normalisasi Indonesia. Bandung.
- Anonim. 2002. *Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials.* Philadelphia. USA. Vol 04.10.
- Brown. HP.,Panshin, A.J., Forsaith, C.C. 1952. *Textbook of Wood Technology.* Vol. II. New York: Mc Graw-Hill Book CO.
- Frick, Heinz. 1982. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu.* Yogyakarta: Kanisius.
- Irvin, D dan Arifuddin, K.T. 2005. Keteguhan Lengkung Statis Tipe Sambungan Paku Pada Kayu Jenis Meranti Merah (*Shorea Sp*). Prosiding Seminar Nasional MAPEKI VIII. Hal A139-A146. Tenggara. Kutai Kartanegara.

- Karnasudirdja, Suparman, Bakir Ginoga, dan Osly Rahman. 1978. *Klasifikasi Kekuatan Kayu Berdasarkan Hubungan Antara Keteguhan Lentur Patah Dengan Sifat Keteguhan Kayu Lainnya*. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 155. Bogor.
- Puspantoro, B. 1992. *Konstruksi Bangunan Gedung Sambungan Kayu Pintu dan Jendela*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Samingant, Tjahyono. 1982. *Dendrologi*. Jakarta: Gramedia.
- Sinaga, Marolop. 1994. Pengaruh Bentuk Sambungan dan Jumlah Paku Terhadap Kekuatan Sambungan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* (12)(3): 109-113.
- Stefford, Jhon dan Guy MC Murdoc. 1983. *Teknologi Kerja Kayu*. Jakarta: Erlangga.
- Soedijanto dan Ani,S. 1979. *Ilmu Bangunan Usaha Tani*. Jakarta: Yaguna.
- Sutikno.1995. Pengantar Praktek konstruksi Kayu I. Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik. Bandung.
- Suwarno, W. dan Soehendrajati, K. 1976. Kayu Untuk SDstruktur I. Fakultas Teknik Sipil. Universitas gajah Mada. Yogyakarta.
- Yap, F.H. 1999. *Konstruksi Kayu*. Bandung: Trinitra mandiori.