

**PENINGKATAN KUAT GESER *JOINT* STRUKTUR KAYU  
MENGUNAKAN TYPE SAMBUNGAN  
KOMBINASI PEREKAT-BAUT**

***INCREASING SHEAR STRENGTH OF WOODEN STRUCTURE  
USING JOINT CONNECTION TYPE COMBINATION GLUE-BOLTS***

**Fakhri**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau  
*fakhriur@gmail.com*

**Haji Gusstafri**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau

**Yohanes**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau

**INTISARI**

Salah satu aspek penting dari segi kekuatan konstruksi kayu terdapat pada lokasi sambungannya, yang mana titik-titik tersebut berpotensi gagal secara konstruksi karena merupakan titik terlemah konstruksi, oleh karena itu perlu diperhitungkan dengan teliti dan cermat serta pemilihan jenis alat sambung yang sesuai. Pada dasarnya secara teoritis, alat sambung kayu yang paling efisien adalah jenis alat sambung perekat, namun sambungan perekatan sulit diaplikasikan dalam konstruksi karena secara teknis sulit untuk memberikan tekanan pada garis perekatan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kekuatan sambungan tiga jenis kayu olahan (Kempas, Keruing, dan Meranti) dengan sambungan perekat Epoxy dan baut. Peralatan terdiri dari mesin bor kayu; alat pengencang baut, *universal testing machine*. Kayu diolah menjadi balok-balok ukuran 30 x 120 mm panjang 400 mm, dan 60 x 120 mm panjang 400 mm, benda uji disusun sejajar serat, luas bidang geser sambungan dibuat 120 x 210 mm<sup>2</sup>, jarak antar baut dibuat setiap 70 mm, baut dipasang masing-masing benda uji sebanyak empat buah baut. Benda uji dibuat masing-masing tiga ulangan, terdiri dari 3 ulangan benda uji x 3 jenis kayu x 2 model sambungan (baut, dan kombinasi baut-perekat). Untuk sambungan kombinasi dilakukan dengan cara pelaburan perekat terlebih dahulu, kemudian dipasang baut yang sudah dipasang ring pada kedua sisi luarnya, serta dikencangkan dengan alat pengencang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan-geser sambungan sangat tergantung dari jenis kayu, kayu Meranti dan kayu Keruing memperlihatkan kinerja perekatan yang baik sehingga cocok untuk sambungan kombinasi baut-lem.

**Kata kunci:**Sambungan kombinasi, baut, perekat Epoxy

**ABSTRACT**

*One important aspect of the strength of the wood construction is joint locations, which locations is the weakest point of construction that have the potential to fail, therefore, need to be considered carefully, and the equipment selection accordingly. Basically, the most efficient wood joint connection is glue, but the connection gluing difficult to apply in construction because it is technically difficult to put pressure on the line gluing. This study aimed to test the strength of the connection of three types of wood (Kempas,*

*Keruing, and Meranti) with Epoxy glue and bolt connection. The equipment consists of wood drilling machine; bolt fixings, universal testing machine. Wood is processed into blocks of size 30 x 120 mm length 400 mm, and 60 x 120 mm length 400 mm, test objects are arranged parallel to the fiber, wide field of sliding connections are made of 120 x 210 mm<sup>2</sup>, the distance between the bolt is made every 70 mm, bolt mounted each specimen as many as four bolts. The test object is made of each of three replications, consisting of 3 x 3 replications specimen timber type x 2 model of connection (bolt, and the combination of bolt-adhesive). For connections done by a combination of glue resurfacing first, then install the bolts have been installed ring on outer both sides, and fastened with fixings. The test results showed that the compressive strength of shear connection depends on the type of wood, for Keruing and Meranti wood showed good connection performance making it suitable for connection bolt-glue combination.*

**Keywords :** *Connection combinations, bolts, Epoxy adhesive*

## **PENDAHULUAN**

Bahan kayu untuk kayu pertukangan di pasaran saat ini semakin banyak dibutuhkan masyarakat, namun di sisi lain harganya semakin mahal. Untuk itu perlu dilakukan efisiensi penggunaan kayu komersial dengan cara menggunakan secara optimal dengan perhitungan konstruksi yang cermat yang memperhitungkan aspek kekuatan, kenyamanan, stabilitas, aspek lingkungan serta aspek ekonomis. Untuk keperluan konstruksi, kayu banyak memerlukan lokasi penyambungan, baik sambungan memanjang maupun sambungan pada lokasi titik-titik pertemuan batang seperti konstruksi kuda-kuda kayu. Salah satu aspek penting dari segi kekuatan konstruksi kayu terdapat pada lokasi sambungannya, yang mana titik-titik tersebut berpotensi gagal secara konstruksi karena merupakan titik terlemah konstruksi, oleh karena itu perlu diperhitungkan dengan teliti dan cermat serta pemilihan jenis alat sambung yang sesuai.

Pada dasarnya secara teoritis, alat sambung kayu yang paling efisien adalah jenis alat sambung perekat, hal ini disebabkan karena nilai koefisien koreksi sambungan sama dengan satu artinya tidak ada pengurangan nilai kekuatan sambungan. Dibandingkan dengan jenis alat sambung lainnya yang umum digunakan masyarakat seperti alat sambung paku dan baut, mempunyai beberapa kelemahan terhadap memikul beban berat karena paku sangat rendah kekuatannya, sedangkan alat sambung baut banyak terdapat pelobangan sehingga efisiensinya rendah.

Sambungan perekatan sulit diaplikasikan dalam konstruksi karena beberapa hal. Selain minimnya informasi tentang hasil penelitian, juga secara teknis sulit untuk memberikan tekanan pada garis perekatan dan pemilihan jenis perekat yang sesuai. Selain itu, jenis kayu juga mempengaruhi tingkat kesesuaian kemudahan perekatannya. Hasil penelitian terhadap kayu Akasia Mangium diperoleh hasil yang tidak memuaskan tingkat keberhasilan perekatan kayu menggunakan perekat Epoxy. Dari berbagai hasil pengujian berbagai jenis perekat untuk kayu Akasia memang tidak diperoleh tingkat keberhasilan yang memuaskan dengan kata lain bahwa jenis kayu Akasia sulit direkat. Namun, hasil pengujian kuat geser kayu-kayu komersial pada umumnya mudah direkat. Oleh karena itu perlu dicarikan solusi sehingga sambungan perekatan dapat lebih mudah dalam aplikasinya, salah satunya dengan cara bantuan pengencangan garis perekatan kayu dengan bantuan baut.

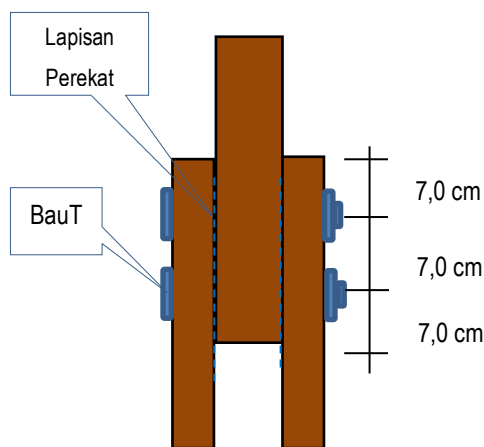
Teknologi laminasi untuk sambungan kayu di Indonesia masih jarang diaplikasikan oleh masyarakat. Hal tersebut dikarenakan masih minimnya informasi tentang hasil pengujian terhadap keunggulan serta kehandalan sambungan perekatan kayu. Oleh karena itu dilakukan penelitian uji kekuatan sambungan kayu menggunakan bahan perekat Epoxy pada tiga jenis kayu lokal yang banyak digunakan masyarakat sebagai kayu konstruksi. Teknik perekatan sambungan kayu yang dilakukan sangat sesuai diaplikasikan dengan bantuan pengencangan lapisan garis perekatan dengan cara pengencangan dengan baut-baut sehingga

kendala dalam pengaplikasian sambungan perekat pada konstruksi dapat diatasi. Tujuan penelitian adalah untuk menguji kekuatan sambungan tiga jenis kayu lokal dengan sambungan perekat Epoxy.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Bahan Penelitian terdiri dari tiga jenis kayu potensi lokal Pekanbaru (Keruing, Kempas, Meranti); komponen perekat (Perekat Epoxy dan *Hardener*); dan mur serta baut serta plat ring. Peralatan yang dibutuhkan antara lain: mesin bor kayu; alat pengencang baut; mesin pengolahan kayu; timbangan digital; *hydroulic jack*; peralatan penunjang perekatan lainnya seperti sarung tangan, alat pengaduk perekat, plastik transparan, dan lain-lain.

Benda uji berupa balok kayu ukuran 30 x 120 mm panjang 400 mm, dan 60 x 120 mm panjang 400 mm, benda uji disusun sejajar serat, luas bidang geser sambungan dibuat 120 x 210 mm<sup>2</sup>, jarak antar baut dibuat setiap 70 mm, baut dipasang masing-masing benda uji sebanyak empat buah baut. Benda uji dibuat masing-masing tiga ulangan sehingga jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 18 buah terdiri dari 3 ulangan benda uji x 3 jenis kayu x 2 model sambungan (baut, dan kombinasi baut-perekat). Untuk sambungan kombinasi dilakukan dengan cara pelaburan perekat terlebih dahulu, kemudian dipasang baut yang sudah dipasang ring pada kedua sisi luarnya, serta dikencangkan dengan alat pengencang, model sambungan seperti terlihat pada Gambar 1.

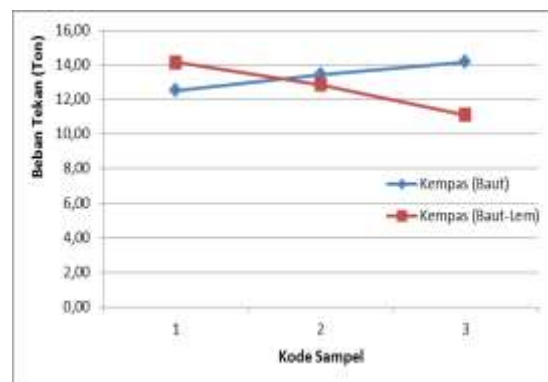


**Gambar 1.** Model sambungan pada benda Uji

Pengujian mekanik sambungan perpanjangan kayu dilakukan dengan cara pembebanan tekan aksial pada sisi penampang memanjang sambungan menggunakan mesin uji tekan kapasitas 2000 kN. Untuk mendapatkan data perpendekan akibat beban tekan, maka pada sisi panjang benda uji tersebut dipasang *dial gauge* untuk membaca perpendekan yang terjadi pada sambungan. Pengujian dilakukan dengan cara pembacaan berdasarkan peningkatan beban yang dibaca secara bertahap dan peningkatan beban linier (*loading base*), setiap peningkatan beban tercapai, maka perpendekan benda uji dicatat. Data yang diperoleh diplotkan menjadi grafik hubungan beban-perpendekan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian sambungan perpajangan jenis kayu Kempas diperoleh sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Besar gaya tekan yang dapat dipikul sambungan baut berada pada kisaran 12,53 sampai 14,18 Ton, sedangkan sambungan baut-lem berada pada kisaran 11,11 sampai 14,14 Ton.



**Gambar 2.** Hasil Uji Sambungan Kayu Kempas

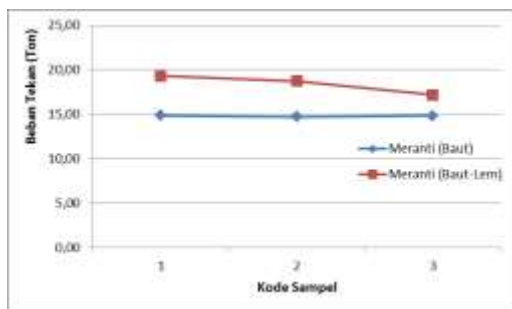
Hasil uji mekanik tekan-geser sambungan antara sambungan baut dibandingkan dengan sambungan baut-lem tidak terlihat perbedaan yang nyata, hal tersebut dikarenakan tidak bekerjanya atau lepasnya ikatan lapisan perekat antar bidang permukaan kayu yang dilem, terlepasnya ikatan perekat pada lapisan bidang rekat kayu terjadi pada beban cukup rendah, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap peningkatan daya dukung sambungan.

Karena tidak bekerjanya mekanisme tahanan geser perekat, maka kekuatan sambungan tersebut adalah merupakan perilaku mekanisme sistem sambungan baut secara parsial, tanpa pengaruh kekuatan geser perekat. Gambar 3 memperlihatkan bahwa mekanisme kegagalan sambungan terjadi pada kuat tumpu kayu (pecahnya kayu searah serat).



**Gambar 3.** Model Kerusakan Sambungan Kayu Kempas

Dari Gambar 3 terlihat bahwa semua benda uji sambungan kayu Kempas terjadi mode kelelahan pada kelemahan kuat tumpu kayu. Jarak spasi yang dirancang berdasarkan kriteria rancangan tanpa faktor koreksi geometri (sebesar 7D) pada spasi searah serat kayu ternyata masih belum mampu untuk menjamin kekuatan geser penampang yang ada. Untuk itu, kasus sambungan kayu Kempas memerlukan pengujian yang lebih mendalam lagi berapa panjang minimum jarak spasi yang aman untuk konstruksi sambungan dengan pembebanan beban berat (sambungan struktural). Hasil uji sambungan perpanjangan kayu Meranti ditunjukkan oleh Gambar 4.



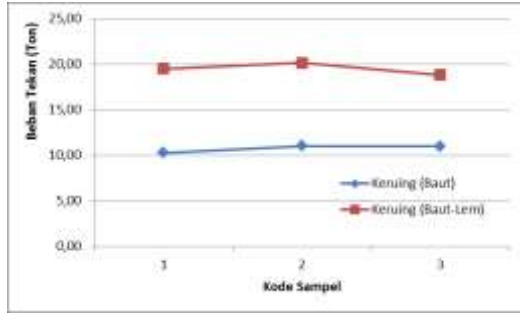
**Gambar 4.** Hasil Uji Sambungan Kayu Meranti

Gambar 4 menunjukkan kekuatan sambungan menggunakan kombinasi baut-lem lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan baut. Besarnya kuat tekan yang dapat didukung sambungan baut berada pada kisaran antara 14,71 sampai 14,84 Ton, sedangkan untuk sambungan baut-lem lebih tinggi berada pada kisaran 17,18 sampai 19,30 Ton. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa mekanisme sambungan perekat dapat bekerja dan menambah besarnya kekuatan yang dapat didukung oleh sambungan tersebut.



**Gambar 5.** Model Kerusakan Sambungan Kayu Meranti

Dari Gambar 5 terlihat kerusakan sambungan dimulai dari bergesernya atau terjadi slip salah satu bidang kayu muka karena tahanan geser lapisan perekat melemah, pembebanan selanjutnya terjadi ketidakseimbangan posisi penampang dan pada daerah terlemah penampang atau pada sisi lobang baut, kayu muka patah disusul kemudian dengan patahnya kayu muka bagian lainnya. Hasil uji sambungan perpanjangan kayu Keruing diperoleh bahwa sambungan menggunakan kombinasi baut-perekat lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan yang hanya menggunakan baut saja sebagaimana terlihat pada Gambar 6. Kuat tekan yang dapat didukung sambungan baut-perekat berkisar antara 18,182 sampai 20,13 Ton, sedangkan sambungan baut hanya berkisar antara 10,29 sampai 11,02 Ton.



**Gambar 6.** Hasil Uji Sambungan Kayu Keruing

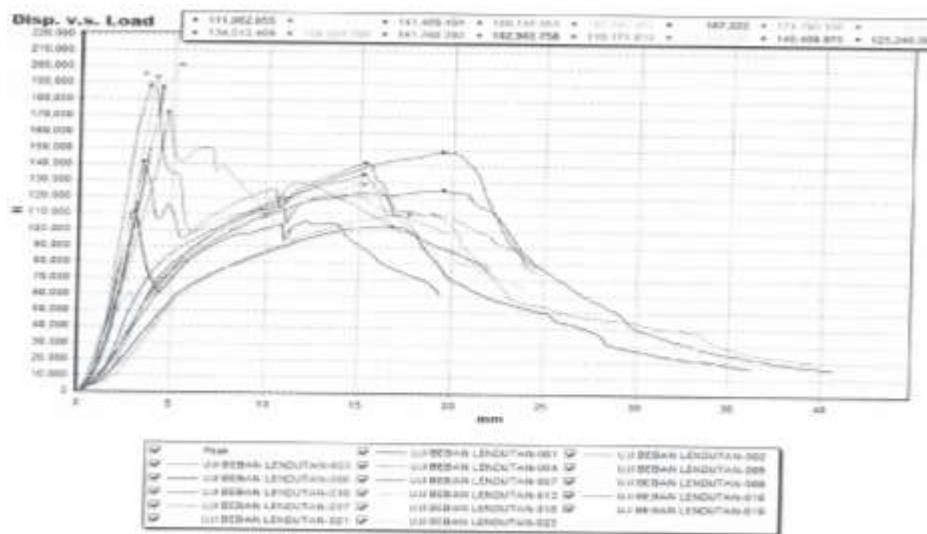
Hasil pengujian sambungan perpanjangan baut-lem pada kayu Keruing ternyata dapat menghasilkan perilaku sambungan perekat yang mampu membuat garis perekatan yang baik, hal tersebut juga mengindikasikan bahwa kayu keruing merupakan kayu yang mudah direkat. Model kerusakan sambungan sebagaimana terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Model Kerusakan Sambungan Kayu Keruing

Berdasarkan Gambar 7, kerusakan terjadi kerusakan pada bagian kayu, bukan pada garis perekatannya sebagaimana yang diharapkan pada sambungan perekatan kayu untuk sambungan kayu konstruksi yang memikul beban berat. Grafik hubungan gaya dan perubahan panjang (perpendekan) sambungan perpanjangan yang diuji berdasarkan tiga jenis kayu (Kempas, Meranti, dan Keruing) sebagaimana terlihat pada Gambar 8. Secara umum dapat dilihat bahwa hasil uji sambungan kombinasi baut-lem diperoleh defleksi yang lebih kecil dibandingkan pada sambungan baut, namun sebaiknya bahwa kuat tekan yang diperoleh untuk sambungan baut-lem lebih tinggi jika dibandingkan dengan sambungan baut.

Hasil pengujian sambungan kombinasi perekat-baut diperoleh defleksi yang kecil pada kisaran 2,6 sampai 5,1 mm, sedangkan untuk sambungan baut diperoleh pada kisaran 15,4 sampai 18,7 mm. Hasil uji juga memperlihatkan adanya cadangan kekuatan yang dipikul oleh baut setelah terjadi kegagalan pertama karena gagal lapisan perekatan, yang mana daerah sambungan tidak rusak seketika, namun masih ada cadangan deformasi yang diberikan oleh kekuatan baut yang dapat berperilaku daktail, hal tersebut menguntungkan karena dapat memberikan peringatan awal kondisi sambungan sebelum terjadi kegagalan struktur secara keseluruhan.



**Gambar 8.** Grafik Hubungan beban-lendutan hasil uji sambungan

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji mekanik tekan-geser sambungan pada kayu Kempas antara sambungan menggunakan baut dibandingkan dengan sambungan baut-lem tidak terlihat perbedaan yang nyata, hal tersebut dikarenakan tidak bekerjanya atau lepasnya ikatan lapisan perekat antar bidang permukaan kayu yang dilem, kegagalan sambungan terjadi pada kuat tumpu kayu yang terlihat pecahnya kayu searah serat.
2. Hasil uji sambungan kayu Kempas terjadi kerusakan awal pada mode kelelahan kuat tumpu kayu. Jarak spasi yang dirancang berdasarkan kriteria rancangan tanpa faktor koreksi geometri (sebesar 7D) pada spasi searah serat kayu ternyata masih belum mampu untuk menjamin kekuatan geser penampang yang ada.
3. Hasil uji sambungan perpanjangan kayu Meranti diperoleh kekuatan sambungan menggunakan kombinasi baut-lem lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan baut. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa mekanisme sambungan perekat dapat bekerja dan menambah besarnya kekuatan yang dapat didukung oleh sambungan tersebut.
4. Hasil pengujian sambungan perpanjangan baut-lem pada kayu Keruing ternyata dapat menghasilkan mekanisme perilaku sambungan perekat yang mampu membuat garis perekatan yang baik, hal tersebut juga mengindikasikan bahwa kayu keruing merupakan kayu yang mudah direkat. Mode kerusakan sambungan terjadi kerusakan pada bagian kayu, bukan pada garis perekatannya, sehingga sambungan kombinasi baut-lem pada kayu Keruing cocok digunakan untuk keperluan sambungan konstruksi kayu yang memikul beban berat.
5. Hasil pengujian sambungan kombinasi perekat-baut diperoleh defleksi yang kecil pada kisaran 2,6 sampai 5,1 mm, sedangkan untuk sambungan baut diperoleh pada kisaran 15,4 sampai 18,7

mm. Hasil uji juga memperlihatkan adanya cadangan kekuatan yang dipikul oleh baut setelah terjadi kegagalan pertama karena gagal lapisan perekatan, hal tersebut menguntungkan karena dapat memberikan peringatan awal kondisi sambungan sebelum terjadi kegagalan struktur secara keseluruhan.

### Saran

1. Sambungan kayu Kempas memerlukan pengujian yang lebih mendalam lagi berapa panjang minimum jarak spasi yang aman untuk konstruksi sambungan dengan pembebanan beban berat (sambungan struktural).
  2. Perlu pengujian lanjutna variasi jenis perekat kayu lainnya.
- Perlu metode agar kinerja baut dapat membuat garis perekatan yang memadai agar tercapai hasil perekatan yang optimum.

### DAFTAR PUSTAKA

- Blass, H.J., P. Aune, B.S. Choo, R. Grolacher, D.R. Griffiths, B.O. Hilso, P. Racher dan G. Steck, (Eds.), 1995, *Timber Engineering Step I*, First Edition, Centrum Hout, The Netherlands.
- Fakhri, 2001, *Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Balok Glulam Kombinasi kayu Sengon dan Kayu Keruing*, Thesis S-2, fakultas Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prayitno, T.A., 1996, *Perekatan Kayu*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Susetyowati, A.F.E. dan B. Subiyanto, 1998, Masa Depan dan Tantangan Litbang Teknologi Pemanfaatan Kayu, *Seminar Nasional I MAPEKI*, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tsoumis, G., 1991, *Science and Technology of Wood*, Vannostrand Reinhold, Newyork.