

## PENGGUNAAN SAMBUNGAN BAMBU ORI MENGGUNAKAN BAUT PADA KUDA-KUDA DENGAN PENGISI MORTAR RESIN

**Muhammad Haris<sup>1</sup>, Lukito Prasetyo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Alamat korespondensi : Jalan Raya Tlogomas 246 Malang 65144

Email : olfurnitur@yahoo.com

### *Abstract*

*The use of bamboo as a construction material as well as the price is quite reasonable because less tensile strength to accept the burden and the press is quite high, but the use of bamboo as a construction material has not maxima. This is due to the coupling stalks of bamboo structure is usually done using conventional ropes, diarrhea and pegs, so the coupling is less robust. This gives the impression that the power connection is very low, so look for an alternative type of connection is stronger, and therefore needed a study for the connection structure of bamboo is more solid, the effect of the use of bamboo ori instruction in connection to the horses bolt with resin mortar filler. From the tests the maximum compressive strength values obtained material resin mortar specimens at 32 MPa. From the test results on material specimens tap the value of the maximum compressive robust to be used as filler material in connection ori bamboo horses. Testing the connection ori bamboo horses given level of loading is: 2000kg, 3000kg, and 4070kg. Bamboo easel Smbungan ori show damage upon receiving load of 4070 kg with a deflection of 8.02mm. Damage to the specimen material is different, this is due to the percentage of the added material and a different impact. While damage to the connection ori bamboo horses are different, this is due to the function of each connection is different.*

**Keywords:** *Bamboo, Resin Mortar, Compressive Strength, Deflection*

### **Abstrak**

Penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi serta harga cukup masuk akal karena kekuatan tarik kurang untuk menerima beban dan pers cukup tinggi, tetapi penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi belum maxima. Hal ini disebabkan batang kopling struktur bambu biasanya dilakukan dengan menggunakan tali konvensional, diare dan pasak, sehingga kopling kurang kuat. Hal ini memberikan kesan bahwa koneksi daya sangat rendah, sehingga mencari jenis alternatif koneksi lebih kuat, dan karena itu diperlukan sebuah studi untuk struktur sambungan bambu lebih solid, efek penggunaan bambu ori instruksi sehubungan dengan kuda baut dengan mortar resin filler. Dari tes nilai kuat tekan maksimum diperoleh spesimen mortar resin material pada 32 MPa. Dari hasil pengujian pada spesimen bahan ketuk nilai tekan maksimum yang kuat untuk digunakan sebagai bahan pengisi sehubungan ori kuda bambu. Uji koneksi ori kuda bambu diberikan tingkat pembebanan: 2000kg, 3000kg, 4070kg dan. Bambu ori kuda-kuda Smbungan menunjukkan kerusakan setelah menerima beban 4.070 kg dengan defleksi 8.02mm. Kerusakan material spesimen berbeda, hal ini disebabkan persentase bahan tambah dan dampak yang berbeda. Sementara kerusakan pada sambungan kuda bambu ori berbeda, hal ini disebabkan fungsi dari setiap koneksi berbeda.

**Kata kunci:** *Bambu, Mortar Resin, Kuat Tekan, Lendutan*

## **PENDAHULUAN**

Bambu merupakan sumber daya serbaguna, ditandai dengan kekuatan tinggi dan berat jenis rendah, dan mudah bekerja dengan menggunakan alat sederhana. Dengan demikian, konstruksi bambu yang mudah untuk dibangun, tahan terhadap angin dan gempa dan mudah diperbaiki jika terjadi

kerusakan. Kuda-kuda ialah konstruksi rangka batang yang merupakan pemikul utama konstruksi atap. Selain itu, kuda-kuda juga bisa diartikan sebagai suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga beratnya sendiri dan sekaligus dapat memberikan bentuk pada atap.

Melihat dari masalah tersebut, maka perlu diuraikan dengan pemanfaatan mortar resin sebagai bahan pengisi pada sambungan pada kuda-kuda bambu Ori maka dapat diambil rumusan masalah, yaitu berapa besar kekuatan tekan dari bahan-bahan mortar resin yang akan diaplikasikan pada kuda-kuda bambu, dan kekuatan tekan yang dapat diterima tiap tipe sambungan pada bambu Ori dengan menggunakan pengisi mortar resin

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain sambungan yang optimal pada struktur kuda-kuda bambu dengan menggunakan baut bambu serta pengisi mortar resin dalam menahan gaya tekan.

Jansen (1980) dalam Saputro (2007:17) melakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui kekuatan bamboo terhadap tarik, tekan, lentur, dan geser dengan pembebanan pada jangka waktu tertentu. Pembebanan dilakukan untuk jangka pendek dan jangka panjang dilakukan sekitar 6 sampai 12 bulan.

Dalam laporannya diketahui bahwa kekuatan lentur rata-rata sebesar  $80 \text{ kg/cm}^2$ , modulus elastisitas sebesar  $200.000 \text{ kg/cm}^2$  dengan kekuatan geser rata-rata cukup rendah yaitu  $22,5 \text{ kg/cm}^2$ . Disebutkan pula dalam laporannya bahwa kuat tarik bamboo dapat menyamai bahkan melebihi kuat tarik baja sebesar 200 hingga  $3000 \text{ kg/cm}^2$ . (Morisco, 1999 dalam Saputro, 2007)

Menurut Morisco berdasarkan penelitiannya pada tahun 1994-1999 dalam membandingkan kuat tarik bamboo Ori dan Petung dengan baja struktur bertegangan leleh  $2400 \text{ kg/cm}^2$  mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran, dilaporkan kuat tarik kulit bamboo Ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai  $5000 \text{ kg/cm}^2$  atau sekitar dua kali tegangan leleh baja. Sedang untuk specimen dari bamboo petung kuat tarik rata-ratanya juga lebih tinggi dari tegangan luluh baja, hanya satu specimen saja yang kuat tariknya di bawah tegangan luluh baja.

Mortar adalah campuran plastis yang dibuat dengan campuran semen, air dan pasir yang digunakan sebagai material pengikat dan material pengisi dalam konstruksi blok.

Ada beberapa jenis mortar antara lain sebagai berikut :

- Mortar Kuno : Mortar pertama terbuat dari lumpur dan tanah liat. Karena pada saat itu

persediaan batu sangat kurang sedangkan persediaan tanah liat berlimpah.

2. Mortar semen (Semen mortar)  
Mortar semen portland (sering dikenal hanya sebagai mortar semen) dibuat dari semen Portland mencampur dengan pasir dan air.
- Mortar Polimer (Polimer semen mortar)  
Mortar semen Polimer (PCM) adalah bahan yang dibuat dengan menggantikan semen hidrat pengikat semen mortar konvensional dengan pol
- Mortar Kapur (Kapur mortar)  
Mortar Kapur (Kapur mortar) dibuat dengan mencampur pasir, kapur dan air

Tambalan dan grouting: bahan Mortar Resin, dengan penambahan agregat yang dipilih, membuat beton polimer epoksi (EPC) dikembangkan untuk menambal interior atau eksterior dan aman jangkarnya baut dan baja tulangan ke dalam beton semen portland. Perkat sifat ini formulasi unik memburuk beton struktur; beton perbaikan yang rusak dan memperbaiki dan mengganti pondasi mesin menyediakan baik kimia dan mekanika dhesi menciptakan desain monolitik antara epoxy dan substrat beton. Struktural perbaikan pada beton kolom, balok, lempeng, membatasi, trotoar, langkah, jalan masuk, pracetak dan prabeton stres mudah dicapai selama normal atau buruk kondisi aplikasi.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian uji tarik dan uji tekan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian ini meliputi pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian benda uji

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Perhitungan

Agar ulasan pada penelitian ini lebih komprehensif maka diperlukan analisa untuk menentukan karakteristik sambungan.

Berat Isi = Berat / Volume

Kuat Tekan = Beban / Luas Permukaan Benda Uji

**Pengujian Bahan Mortar Resin Tekan**

Mortar dengan modifikasi polimer adalah mortar yang ditambah resin sebagai bahan tambahan. Prinsipnya adalah menggantikan air pencampur dengan resin sehingga dihasilkan mortar yang berkuatan tinggi dan mutu yang baik.

Presentase resin untuk mortar yang optimum adalah 6% dalam perbandingan berat, untuk mencapai kekuatan tinggi tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* didapatkan bahwa kerusakan yang terjadi adalah sebagian besar pada kerusakan bahan pengisinya terlebih dahulu bagian tepi mortar resin yg berbentuk kubus (5×5×5) cm.

Data dari hasil pengujian bahan mortar resin, sebagai berikut :

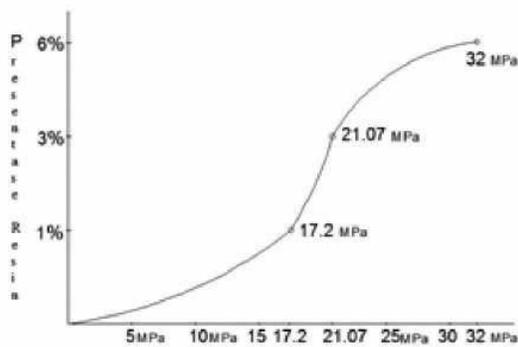
Tabel 1. Hasil pengujian bahan mortar resin

Kode Benda Uji	Berat Uji (kg)	Berat Isi (kg/cm <sup>3</sup> )	Luas Muka (mm <sup>2</sup> )	Tanggal			Dial reading (kN)	Beban (N)	Kuat Tekan Mortar (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
				Pembuatan	Pengujian	Umur (hari)				
1-A	0.285	0.00228	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	42	42000	16.8	17.2
1-B	0.294	0.002352	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	45	45000	18	
1-C	0.287	0.002296	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	43	43000	17.2	
3-A	0.286	0.002288	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	51	51000	20.4	21.07
3-B	0.293	0.002344	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	54	54000	21.6	
3-C	0.304	0.002432	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	53	53000	21.2	
6-A	0.313	0.002504	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	79	79000	31.6	32
6-B	0.317	0.002536	2500	20-Sep-12	17-Okt-12	28	83	83000	33.2	
6-C	0.324	0.002592	2500	20-Sep-12	17-Okt-22	28	78	78000	31.2	

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa benda uji dari bahan mortar resin yang akan diaplikasikan pada sambungan kuda-kuda bambu yaitu benda uji dengan nomor 6B atau bahan mortar resin dengan presentase resin 6% yang mampu menerima kekuatan tekan 83 kN (33.2 MPa).

**Keretakan dan Kerusakan bahan mortar resin Tekan**

Keretakan dan kerusakan sambungan tekan bahan mortar resin memiliki perbedaan berdasarkan presentasi bahan tambah resin pada mortar. Secara visual nampak pola retak dan kerusakan pada bahan mortar resin terjadi di bagian tepi. Kerusakan yang terjadi pada masing-masing bahan mortar resin dalam menerima kekuatan tekan dapat dilihat dari gambar masing-masing benda uji tekan, yaitu :



Grafik 4.1 : Kuat Tekan

Gambar 1. Dari Grafik dapat diketahui nilai kuat tekan semakin naik dengan bertambahnya bahan resin yang dicampur dengan mortar.

- Benda Uji No.1 (A,B,C)  
Pengujian dilakukan setelah umur mortar dalam benda uji lebih dari 28 hari. Pengujian dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan sampai benda uji mencapai kehancuran yang ditandai dengan bunyi ledakan pada benda uji. Beban maksimum yang tercatat pada *transducer* sebesar 45 kN. Kondisi ini benar-benar maksimum setelah penambahan beban dilakukan tapi tidak mengalami kenaikan.



Gambar 2. keretakan mortar resin No.1-A,1-B,dan 1-C

Adapun kerusakan yang terjadi pada mortar disebabkan kurangnya tumbukan yang dilakukan secara maksimal dan jumlah air yang banyak, sehingga kerusakan pada mortar yang terjadi di bagian tepi mortar.

- Benda Uji No.3 (A,B,C)  
Pengujian dilakukan setelah umur mortar dalam benda uji lebih dari 28 hari. Pengujian dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan sampai benda uji mencapai kehancuran yang ditandai dengan bunyi ledakan pada benda uji. Beban maksimum yang tercatat pada *transducer* sebesar 54 kN. Kondisi ini benar-benar maksimum setelah penambahan beban dilakukan tapi tidak mengalami kenaikan.



Gambar 3. keretakan mortar resin No.3-A,3-B,dan 3-C

Adapun kerusakan yang terjadi pada mortar disebabkan kurangnya tumbukan yang dilakukan secara maksimal dan jumlah air yang banyak,

sehingga kerusakan pada mortar yang terjadi di bagian tepi mortar.

- Benda Uji No.6 (A,B,C)  
Pengujian dilakukan setelah umur mortar dalam benda uji lebih dari 28 hari. Pengujian dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan sampai benda uji mencapai kehancuran yang ditandai dengan bunyi ledakan pada benda uji. Beban maksimum yang tercatat pada *transducer* sebesar 83 kN. Kondisi ini benar-benar maksimum setelah penambahan beban dilakukan tapi tidak mengalami kenaikan.



Gambar 4. pola retak mortar resin No.6-A,6-B,dan 6-C

Adapun kerusakan yang terjadi pada mortar disebabkan kurangnya tumbukan yang dilakukan secara maksimal dan jumlah air yang banyak, sehingga kerusakan pada mortar yang terjadi di bagian tepi mortar.

Dari hasil penelitian dari beberapa benda uji yang disebutkan diatas dapat diketahui pola retak yang terjadi berbeda-beda, diketahui bahwa benda uji no.1 terjadi dipermukaan dikarenakan pada bagian permukaan benda uji No.1 kurang padat dengan menerima kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 17.2 MPa, Sedangkan benda uji No.3 terjadi keretakan yang terletak pada bagian tepi dikarenakan kurangnya tumbukan yang maksimal sehingga pada bagian tepi benda uji tidak tertumbuk dengan baik dan benda uji mampu menerima kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 21.07 MPa, dan benda uji No.6 terlihat pola retaknya terjadi pada bagian tengah dikarenakan campuran bahan tambah resin

dengan mortar yang cukup baik . Sehingga benda uji mampu menerima kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 32 MPa . Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan benda uji No. 1 17.2 lebih kecil daripada nilai kuat tekan benda uji No.3 dan No.6 yang memiliki kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 21.07 MPa - 32 MPa (No.1 = 17.2 > No.3 = 21.07 > No.6 32 MPa ), sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa benda uji No.6 dengan presentase bahan tambah resin sebesar 6% yang akan digunakan sebagai bahan pengisi pada sambungan kuda-kuda bambu dan diketahui dengan bertambahnya resin pada campuran mortar, maka nilai kuat tekan bahan akan semakin kuat . ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor presentase bahan tambah resin yang berbeda dan faktor tumbukan yang kurang maksimal. Dilihat dari faktor bahan tambah resin yang berbeda dengan kadar air yang berkurang serta jumlah semen dan pasir yang tetap, maka kuat tekan pada masing-masing benda uji akan berbeda. Ditunjukkan bahwa semakin besar meningkatnya presentase bahan tambah resin untuk mortar maka semakin bertambah kuat

tekan pada benda uji tersebut. Dari faktor tumbukan dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya bahan tambah resin untuk mortar maka tumbukan akan lengket dan berat, hal ini disebabkan bahan resin yang mengandung serat sehingga dilakukan tumbukan dengan menambahkan resin secara bertahap.

### Pengujian Sambungan Kuda-kuda Bambu Tekan

Pengujian utama dalam penelitian ini adalah pengujian pembebanan sambungan kuda-kuda bambu terhadap kuat tekan. Sedangkan hasil pengujian ini akan diperoleh nilai lendutan dan kuat tekan maksimum.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* didapatkan bahwa kerusakan yang terjadi adalah sebagian besar pada kerusakan bahan pengisinya terlebih dahulu dan diikuti dengan hancurnya bambu. Pada pengujian tekan baut sama sekali tidak mengalami kerusakan.

Adapun tabel dari hasil pengujian sambungan bambu ori sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian sambungan bambu ori

No.	L (bentang)	t (tinggi)	d (diameter)	$\alpha$ (sudut $^{\circ}$ )	Berat sendiri	Kuat tekan merata	Lendutan ( $\Delta$ )
1	200 cm	100 cm	7-8 cm	35 $^{\circ}$	$\pm$ 45 kg	2000 kg	4.07 mm
	200 cm	100 cm	7-8 cm	35 $^{\circ}$	$\pm$ 45 kg	3000 kg	6.18 mm
	200 cm	100 cm	7-8 cm	35 $^{\circ}$	$\pm$ 45 kg	4070 kg	8.02 mm



Gambar 5. Pengujian Sambungan

Dari Tabel 2 dapat diketahui nilai lendutan semakin besar dengan bertambahnya beban yang diberikan terhadap sambungan kuda-kuda bambu

Adapun nilai maksimum lendutan diperoleh 8.02 mm pada saat beban mencapai berat sebesar 4070 kg.

### Keretakan dan Kerusakan Sambungan Bambu Ori Tekan

Pengujian dilakukan setelah umur mortar dalam benda uji lebih dari 28 hari. Pengujian dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan sampai benda uji mencapai kehancuran yang ditandai dengan bunyi ledakan pada benda uji. Beban maksimum yang tercatat pada *transducer* sebesar 4070 kg. Kondisi ini benar-benar maksimum setelah penambahan beban dilakukan tapi tidak mengalami kenaikan.

Pada gambar 6 dapat diketahui pola retak sambungan yang terjadi terlihat pada bambu secara linear hingga ruas bambu dan terlihat pada mortar resin yang retak sambungan tersebut.

Pada Gambar 7 dapat diketahui pola retak sambungan sambungan kuda-kuda bambu terlihat pada bagian tengah bahan mortar resin sedangkan bambu dan baut tidak mengalami keretakan ataupun kerusakan.

Pada Gambar 8 dapat diketahui pola retak pada sambungan kuda-kuda bambu terlihat dengan terjadinya retak pada bahan mortar resin sedangkan bambu dan baut tidak mengalami keretakan atau kerusakan.



Gambar 6. Keretakan Sambungan



Gambar 7. Keretakan Sambungan



Gambar 8. Keretakan Sambungan

Dari hasil pengamatan diatas dapat diketahui pola keretakan yang terjadi berbeda-beda pada masing-masing sambungan . Pada sambungan bagian atas keretakan yang terjadi hanya pada bahan pengisi sedangkan bambu dan baut tidak mengalami kerusakan , pada sambungan bagian tengah keretakan terjadi pada bahan pengisi dan bambu dikarenakan kemiringan sambungan yang berbeda tetapi baut tidak mengalami kerusakan, dan pada sambungan bagian bawah terjdgi kretetakan pada bahan pengisi dan bambu serta begesernya letak baut dari letak awal dikarenakan sambungan bagian bawah sebagai tumpuan dari beban sendiri maupun kuat tekan yang diterima. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai lendutan maksimum sebesar 8.02 mm yaiutu pada saat sambungan kuda-kuda bambu menerima beban kuat tekan sebesar 4070 kg. dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa pada kontruksi kuda-kuda pemilihan geometri kuda-kuda sangat berpengaruh terhadap kontruksi bangunan, hal ini disebabkan adanya perbedaan distribusi beban pada setiap batang kuda-kuda itu sendiri. Kuda-kuda yang memiliki panjang batang yang besar akan menyebabkan lendutan yang semakin besar, begitu juga sebaliknya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### kesimpulan

- Nilai kuat tekan maksimum pada bahan benda uji 6= 32 MPa dengan bahan tambah resin sebesar 6% dari berat campuran mortar, dan bahan benda uji 3= 21.07 MPa dengan bahan tambah resin sebesar 3%

dari berat campuran mortar, sedangkan bahan benda uji 1 = 17.2 MPa dengan bahan tambah resin sebesar 1% dari berat campuran mortar.

- Besar beban maksimum yang mampu diterima kuda-kuda bambu ori sebesar P 4070 kg dibagi 3 titik dan lendutan maksimum sebesar 8.02 mm.

### Saran

- Disarankan dalam penelitian lanjutan tentang sambungan kuda-kuda bambu untuk memperluas pembahasan terhadap gaya-gaya yang diterima pada masing-masing sambungan.
- Perlu adanya penelitian lanjutan tentang sambungan bambu dengan pengembangan model sambungan yang lebih luas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Nur Hafid, Ahmad, 2011, *Modul Konstruksi Bambu*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Sumarni, Sri, 2007, *Struktur Kayu*, Surakarta : UNS Press.
- Hogan, L., Archer Graham Charles, 2009, *Development of Long Span Bamboo Truss*, California: Architectural Engineering, California Polytechnic San Luis Obispo, USA.
- Saputro, Bonifatius Yudhistiro Wahyu, 2007, *Pengaruh Pemberian Filler Mortar Semen Terhadap Kapasitas Lentur Balok Tersusun (Tiga Batang) Dengan Penghubung Baut Dipasang Tegak Lurus*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, Yogyakarta.
- Budi, Agus Setiya, 2009, *Kapasitas Lentur Balok Bambu Wulung dengan Pengisi Mortar*, Media Teknik Sipil, Volume IX, ISSN 1412-0976.
- Nakayama, T. dan Takatsuka, T. (1985). "Kekuatan Terowongan Resin mortir." *J.Eng.Mech*, 111. (12), 1544-1548.
- Campbell, Greg *Jalan Menuju Kosovo: Sebuah Buku Harian Balkan..* Boulder, Colorado. Westview Press, 1999 ISBN 0-8133-3767-4
- Fakrimar, Gabriel. 2010. *Studi Perilaku Kekuatan Sambungan Pada Portal Bambu Akibat Terkena Beban Horizontal*. Tugas Akhir JTS Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan.Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Purwito.2008. *Standarisasi Bambu sebagai Bahan Bangunan Alternatif Pengganti Kayu*.Prosiding PPI Standardisasi 2008.Bogor : Departemen Pekerjaan Umum.

[www.morisco-bamboo.com](http://www.morisco-bamboo.com), 2007