

TINJAUAN KEKUATAN ALAT PEMEGANG TENDON BAMBU DENGAN PLAT BESI DAN PASAK BAJI KAYU

Abdul Rochman* Agus Susanto * Samsudin Dwi Jatmiko **

* staf pengajar di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email: ab_rochman@yahoo.com

** alumnus Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAK

Balok kayu pratekan adalah suatu balok kayu yang diberi gaya aksial sehingga balok kayu mampu menahan gaya lentur yang lebih besar dibanding dengan balok kayu tanpa gaya aksial. Proses pemberian gaya pratekan dibutuhkan sebuah tendon, angkur hidup dan angkur mati. Plat besi dan pasak baji kayu dimanfaatkan untuk membuat angkur hidup yang tendonnya berasal dari bambu, dengan pertimbangan harga bambu relatif murah dan mempunyai gaya tarik yang relatif besar, angkur hidup itu diteliti kekuatannya sehingga didapat besarnya tegangan geser yang diberikan oleh plat besi dan pasak baji kayu terhadap tendon bambu dengan bantuan perekat dari Epoxy Resin. Plat besi yang digunakan dibentuk segiempat mengerucut dan sebagai pasak baji digunakan kayu jati yang dibentuk segitiga siku-siku dengan variasi perbandingan ukuran alas(a) x tinggi(t) adalah setengah dan sepertiga dari tinggi, dengan variasi tinggi 8cm, 10cm, dan 12cm, dengan tebal (T) 2cm. Bambu yang digunakan adalah bambu Apus. dengan tebal (b) 0,7cm. Dari hasil pengujian dan analisa data yang didapat dari penelitian tinjauan kekuatan alat pemegang tendon bambu dari plat besi dan pasak baji kayu, dapat disimpulkan: Hasil pengujian beban P_{maks} rata-rata diperoleh; benda uji A sebesar 787.2 kg, B sebesar 1832.4 kg, C sebesar 1181.6 kg, D sebesar 1322.4 kg, E sebesar 312.6 kg, dan F sebesar 1014 kg. Hasil analisa Daktilitas rata-rata diperoleh; benda uji A sebesar 1.86, B sebesar 1.712, C sebesar 1.775, D sebesar 2.421, E sebesar 1.997, F sebesar 1.778. Hasil analisa Kekakuan rata-rata diperoleh; benda uji A sebesar 0.6102 kg/cm, B sebesar 0.87 kg/cm, C sebesar 0.636 kg/cm, D sebesar 0.97 kg/cm, E sebesar 1.227 kg/cm, F sebesar 0.695 kg/cm. Hasil analisa data tegangan geser rata-rata alat yaitu; benda uji A sebesar 4.67 kg/cm², B sebesar 10.9 kg/cm², C sebesar 6.44 kg/cm², D sebesar 8.31 kg/cm², E sebesar 2.73 kg/cm², F sebesar 6.17 kg/cm². Jadi benda uji yang perbandingan alasnya sepertiga dari tinggi mempunyai kekuatan geser lebih besar dari pada yang alasnya setengah dari tinggi meskipun mempunyai luas bidang geser sama.

Kata kunci: tendon, baji, kuat geser

PENDAHULUAN

Balok kayu pratekan adalah suatu balok kayu yang diberi gaya aksial sehingga balok kayu mampu menahan gaya lentur yang lebih besar dibanding dengan balok kayu tanpa gaya aksial. Proses pemberian gaya pratekan dibutuhkan sebuah tendon, angkur hidup dan angkur mati. Tendon adalah elemen yang ditarik dan digunakan untuk mendapatkan gaya pratekan. Sedangkan angkur hidup berfungsi sebagai pengunci pada saat setelah penarikan tendon berlangsung, sehingga tendon tidak kembali kendur.

Seiring perkembangan teknologi, angkur sudah banyak sekali macam dan modelnya, tetapi meskipun demikian angkur yang sudah ada bahan dasarnya terbuat dari baja, sehingga proses pembuatan dan pengerjaannya membutuhkan keahlian khusus, atau harus dibuat di pabrik, maka dari itu perlunya mencoba penelitian terhadap bahan

lain yang proses pembuatan dan pengerjaannya mudah dan tidak harus dibuat oleh pabrik.

Plat besi dan pasak baji kayu dimanfaatkan untuk membuat angkur yang tendonnya berasal dari bambu, dengan pertimbangan harga bambu relatif murah dan mempunyai gaya tarik yang relatif besar, angkur itu diteliti kekuatannya sehingga didapat besarnya tegangan geser yang diberikan oleh plat besi dan pasak baji kayu terhadap tendon bambu dengan bantuan perekat dari *Epoxy Resin*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tanti (2002) yang meneliti tentang tinjauan kuat lentur balok kayu dengan gaya pratekan dari bambu pilin, penelitian tersebut sistem pengunci bambunya dari plat besi yang kekuatannya belum diketahui, kemudian muncullah gagasan untuk meninjau seberapa besarkah kemampuan dari alat pemegang tendon bambu dari plat besi dan pasak baji sebagai pengunci.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui ukuran alat pemegang tendon bambu yang paling optimum, dan untuk mengetahui besarnya kuat tegangan geser yang ditahan oleh angkur hidup dari plat besi dan pasak baji kayu dengan bantuan perekat setelah pemberian gaya. Penelitian ini adalah merupakan suatu upaya mencari dan mengembangkan alat pengunci pada tendon bambu yang berasal dari plat besi dan pasak baji kayu sehingga masyarakat umum mudah untuk membuatnya.

Bambu merupakan jenis rumput-rumputan yang tumbuh hampir di seluruh belahan dunia, terutama di Afrika, Asia, dan Australia. Pada saat sekarang telah diketahui terdapat 50 generasi yang tergolong dalam 700 jenis. Dari jumlah tersebut kira-kira 80% tumbuh di Asia Selatan dan Asia Tenggara. Negara-negara penghasil bambu terkemuka di Asia adalah India, Myanmar, Thailand dan Indonesia.

Batang bambu seperti halnya tanaman tebu, terdiri dari ruas-ruas dan buku-buku. Pada ruas-ruasnya tumbuh cabang-cabang yang ukurannya jauh lebih kecil dibandingkan dengan buluhnya sendiri. Pada ruas-ruasnya juga dapat tumbuh akar. Menurut Nasruchan (1975 dalam Kustati 2000), bambu dapat digolongkan menurut peraturan bangunan kedalam tiga golongan, yaitu jenis bambu kecil, sedang, dan besar. Bambu Apus termasuk bambu jenis kecil. Dinding batang bambu yang ada sangat tipis tetapi ada pula yang mencapai lebih dari 0,5 inci. Lebih jauh dikemukakan bahwa batang bambu pada umumnya berlubang yang ukurannya ditentukan oleh kondisi tanah dan kondisi iklim tempat bambu tersebut tumbuh.

Sifat fisik bambu

Sifat fisik bambu meliputi kandungan air, berat jenis, dan perubahan dimensi (kembang susut).

a). *Kandungan air.* Menurut Liese (1980 dalam Tanti 2002), kandungan air pada batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang. Hal ini tergantung pada umur, waktu penebangan, dan jenis bambu. Pada umur satu tahun batang bambu mempunyai kandungan air yang tinggi, yaitu ± 120% - 130% baik pada pangkal maupun pada ujungnya. Kandungan air pada arah melintang yaitu bagian dalam lebih tinggi dibanding bagian luar, sedangkan pada batang bambu yang berumur 3 tahun atau lebih, kandungan air akan menurun. Waktu penebangan saat musim penghujan atau kemarau juga mempengaruhi kadar air bambu, bambu yang ditebang pada saat musim kemarau mempunyai kandungan air yang lebih rendah.

1b). *Berat jenis.* Menurut Leise (1980 dalam Tanti 2002), berat jenis bambu berkisar antara 500 – 800 kg/m³, nilai ini tergantung kepada struktur

anatomi seperti kepadatan dan distribusi serat-serat di sekitar pembuluh ikat. Nilai berat jenis terbesar diperoleh pada saat bambu berumur kira-kira 3 – 5 tahun.

c). *Perubahan dimensi (kembang susut).*

Bambu akan mulai menyusut pada saat baru dipanen, tetapi penyusutan ini tidak seragam. Penyusutan berpengaruh pada ketebalan dan diameter batang.

Sifat mekanik bambu

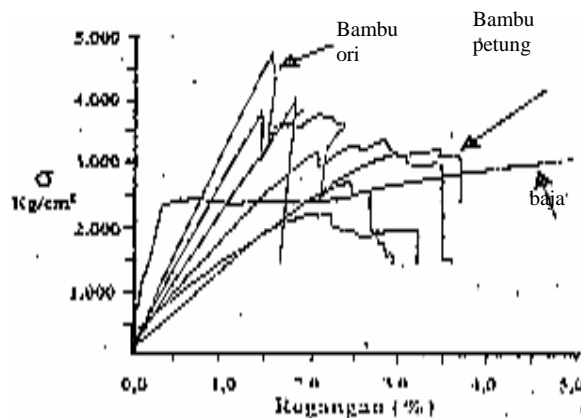
Sifat-sifat mekanis bambu meliputi : kuat lentur statis, kuat tarik, kuat geser, sifat kekerasan dan lain-lain (Wangaard, 1952 dan Surjokusumo (1993 dalam Tanti 2002).

a). *Kuat lentur.* Pada kuat lentur ini ditinjau dua hal penting yaitu tegangan pada batas proporsional dan tegangan saat patah. Tegangan pada batas proporsional merupakan ukuran kemampuan suatu bahan menahan lentur tanpa terjadi perubahan bentuk tetap. Nilai kuat pada proporsi digunakan untuk menentukan sifat kekakuan dinyatakan dalam kisaran *Modulus os Elascity* (MOE), dengan rumus sebagai berikut : (Brows 1952 dan Surjokusumo, 1993 dalam Tanti 2002).

$$MOE = \frac{P.L^3}{4y.b.h^3} \tag{1}$$

- dengan : P = beban yang bekerja (kg)
- L = jarak dukungan (cm)
- y = defleksi yang terjadi (cm)
- b = lebar (cm)
- h = tinggi/tebal (cm)

Pada Gambar 1. Diagram tegangan-tegangan bambu dan baja hasil penelitian Morisco dan Mardjono (1995), dalam (Morisko, 1999 dalam Tanti 2002), terlihat bahwa kemiringan kurva tegangan-tegangan tarik bambu lebih miring dibandingkan dengan diagram baja sehingga nilai MOE bambu lebih kecil bila dibandingkan dengan baja.



Gambar 1. Diagram tegangan-tegangan bambu dan baja

Tegangan pada batas patah merupakan ukuran kekuatan suatu bahan pada saat menerima beban maksimum yang menyebabkan terjadinya kerusakan. Besarnya nilai tegangan patah tersebut dinyatakan dengan besaran *Modulus of Rupture* (MOR) dengan rumus :

a) Rumus MOR untuk beban satu titik (tengah bentang)

$$MOR = \frac{3P.L}{2b.h^2} \dots\dots\dots(2)$$

b) Rumus MOR untuk beban dua titik

$$MOR = \frac{2P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots(3)$$

- dengan : P = beban yang bekerja (kg)
 L = jarak dukungan (cm)
 y = defleksi yang terjadi (cm)
 b = lebar (cm)
 h = tinggi/tebal (cm)

b). *Kuat tarik*. Menurut Jansen (1980 dalam Tanti 2002), kekuatan tarik bambu sejajar serat cukup tinggi yaitu 200 – 300 Mpa, kekuatan lentur bambu rata-rata 84 Mpa. Pengujian ini dilakukan terhadap bambu dari spesies *Bambusa blumcana* berumur 3 tahun dengan spesimen tanpa buku.

Selanjutnya Morisco (1995 dalam Tanti 2002), mengadakan pengujian kekuatan beberapa jenis bambu seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kuat tarik rata-rata bambu kering oven (Morisco, 1995)

Jenis Bambu	Kuat tarik tanpa buku (kg/cm ²)	Kuat tarik dengan buku (kg/cm ²)
Ori	2.910	1.280
Petung	1.900	1.160
Hitam	1.660	1.470
Legi	2.880	1.260
Tutul	2.160	740
Galah	2.530	1.240
Tali	1.515	552

Berdasarkan hasil yang disajikan pada tabel tersebut terlihat bahwa kuat tarik bambu antara 55,2 – 291 MPa, dengan nilai tersebut maka serat bambu merupakan alternatif pengganti baja yang baik. Juga terlihat bahwa kekuatan bambu tanpa nodia jauh lebih besar dari bambu dengan nodia. Turunnya kekuatan bambu dengan nodia disebabkan karena serat bambu di sekitar nodia tidak lurus, sebagian berbelok menuju sumbu batang, sedang sebagian berbelok menjauhi sumbu batang. Dengan demikian perancangan batang tarik dari bambu harus didasarkan pada kekuatan bambu dengan nodia.

Karakteristik Plat Besi

Plat besi yang dipakai adalah plat yang terbuat dari lempeng baja yang dibentuk segiempat yang mengerucut. Baja mempunyai sifat istimewa yaitu; seakan-akan memberi tahu dulu sebelum luluh, karena ketika baja mendapat beban maksimum pertama, maka baja akan mengalami penambahan panjang meskipun tanpa penambahan beban, kemudian jika ditambah sebesar beban maksimum kedua baru akan mengalami luluh.

Perekat

Gaya geser yang timbul antara pasak baji kayu dengan tendon bambu selama pembebanan harus ditahan agar pasak baji kayu dan plat besi dapat bekerja secara monolit. Lekatan yang timbul antara tendon bambu dan pasak baji kayu dapat diandalkan untuk memberi reaksi yang diperlukan. Untuk membantu mengatasi hal itu diperlukan adanya penghubung geser berupa perekat.

Pemilihan jenis perekat ditentukan oleh ketahanan dan keawetan kayu yang digunakan dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan dari kayu yang akan dipakai sebagai bahan struktur. Berdasarkan penelitian puspita (2004), jumlah lem yang digunakan dalam pengujian kuat geser lem bervariasi, yaitu; 6 gram, 4 gram, dan 2 gram. Luas bidang geser untuk uji kuat geser lem sebesar 11,2 cm². Berdasarkan hasil pengujian tersebut kuat geser lem terbesar didapatkan dari jumlah lem terbanyak yang digunakan.

Pada penelitian ini lem yang digunakan adalah lem *epoxy resin*.

Perencanaan Alat Pemegang Tendon Bambu

Hasil pengujian awal kuat geser kayu didapat tegangan geser rata-rata ($\bar{\tau}_{// ijin_kayu}$) dan dari pengujian awal tarik bambu didapat tegangan tarik bambu rata-rata ($\sigma_{tr// bambu}$). Direncanakan tendon bambu yang digunakan berukuran 0.7cm x 2cm, sehingga

$$P_{bambu} = \sigma_{tr// bambu} \times A_{bambu} \dots\dots\dots(4)$$

Dari ukuran tendon bambu tersebut digunakan untuk perencanaan ukuran pasak baji kayu,

$$P_{bambu} = \bar{\tau}_{// ijin_kayu} \times A_{kayu} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana ;

$$A_{kayu} = b \times h, \text{ sehingga } P_{bambu} = \bar{\tau}_{// ijin_kayu} \times b \times h$$

$$\text{didapat } h = \frac{P_{bambu}}{\bar{\tau}_{// ijin_kayu} \times b} \dots\dots\dots(6)$$

karena untuk pasak baji direncanakan dua sisi maka satu sisi menahan beban sebesar

$$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_{bambu}}{\tau_{ijin_kayu} \cdot xb} \quad (7)$$

dengan;

P_{bambu} : besar gaya yang bekerja pada tendon bambu (kg)

$\sigma_{tr//bambu}$: besar tegangan tarik rata-rata sejajar serat bambu (kg/cm²)

A_{kayu} : luas bidang geser pasak baji kayu (cm²)

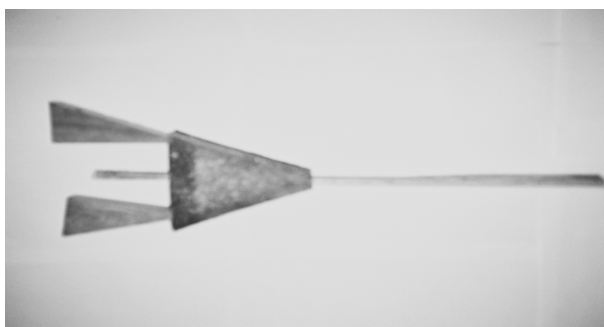
A_{bambu} : luas penampang bambu (T x b) (cm²)

b : tebal pasak baji kayu (cm)

h : tinggi pasak baji kayu (cm)

t : tebal bambu (cm)

a : alas pasak baji kayu



Gambar 2. Pasak baji kayu, plat besi, dan tendon bambu

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Bahan, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik bahan yang meliputi uji kuat tarik, kuat tekan, kuat lentur, kuat geser, dan pengujian tarik alat pemegang tendon bambu dari plat besi dan pasak baji kayu.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu jati, plat besi dan bambu apus, untuk perekat digunakan lem *Epoxy Resin*.

a) *Kayu Jati*. Kayu jati yang digunakan untuk bahan uji sebagai pasak baji yang dibentuk segitiga siku-siku dengan variasi perbandingan ukuran alas(a) x tinggi(t) adalah setengah dan sepertiga dari tinggi, dengan variasi tinggi 8cm, 10cm, dan 12cm, jadi variasi ukurannya adalah 4cm x 8cm; 2,67cm x 8cm; 5cm x 10cm; 3,34cm x 10cm; 6cm x 12cm; 4cm x 12cm dengan tebal (T) 2cm.

b) *Bambu*. Bambu yang digunakan untuk bahan uji pada penelitian ini adalah bambu Apus.

Karena dalam pemasangannya bambu dijepit pasak baji dari kayu termasuk dalam tampang dua dengan luas bidang geser 2(2x10)cm²; 2(2x 5)cm²; 2(2x20)cm² dengan tebal (b) 0,7cm.

c) *Plat Besi*. Plat yang digunakan untuk bahan uji pada penelitian ini adalah lempeng baja dengan tebal 0,2 mm yang dibuat segiempat mengerucut.

d) *Perekat Epoxy Resin*. Perekat *Epoxy Resin* merupakan sejenis perekat untuk jenis bahan seperti : atom, mika, keramik atau porselen, kayu, dan lain sebagainya. Perekat jenis ini terdiri dari dua bagian yang pada tahap penggunaannya harus dicampur dan diaduk terlebih dahulu. Adapun dua bagian tersebut antara lain: *Addhesif* (perekat), dan *Hardener* (pengeras). Biasanya jenis perekat ini digunakan pada industri-industri meubel, dan pada penelitian kali ini perekat berfungsi sebagai penguat pada alat penjepit (berupa baji penahan geser tendon dari bambu).

Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- Mesin uji geser, uji tarik, uji lentur kayu. Mesin yang digunakan *Universal wood Testing Machine* Tipe AW-10. Mesin ini dipakai untuk mengetahui seberapa besar beban yang mampu ditahan oleh benda uji.
- Transducer Indicator*. *Transducer Indicator* adalah alat yang dihubungkan dengan mesin uji yang dapat menunjukkan seberapa besar beban yang mampu ditahan oleh suatu sampel benda uji. Pada pengujian ini menggunakan *Transducer Indicator* yang bermerk SOWA.



Gambar 3. benda uji alat pemegang tendon bambu

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara persiapan dan pengujian bahan

1. Persiapan

Pada persiapan ini meliputi kegiatan sebagai berikut: penyediaan bahan-bahan, pembuatan sampel, dan pengangkutan ke laboratorium.

2. Pengujian karakteristik bahan.

Pengujian karakteristik bahan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Benda uji diukur dimensinya (panjang, lebar, tinggi) dengan menggunakan jangka sorong maupun meteran.
- b) Mesin uji disiapkan untuk melakukan pengujian sesuai dengan pengujiannya.
- c) Benda uji dipasang pada mesin penguji.
- d) Menyetel *dial gauge*
- e) Mesin uji dijalankan dan dicatat hasil dari pengujian.

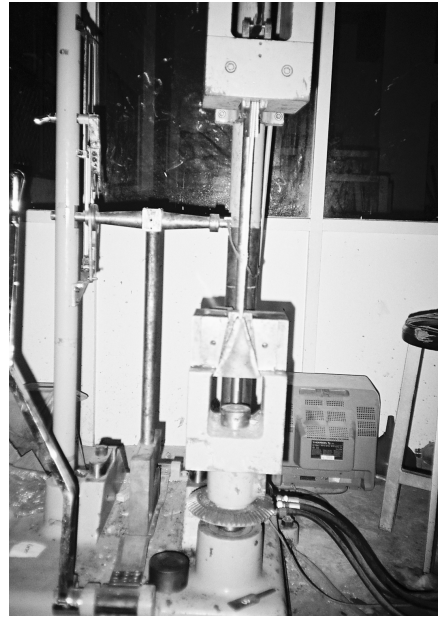
f) Percobaan dilakukan secara berturut-turut sebanyak benda uji yang telah disiapkan.

3. Pengujian kuat geser alat pemegang tendon

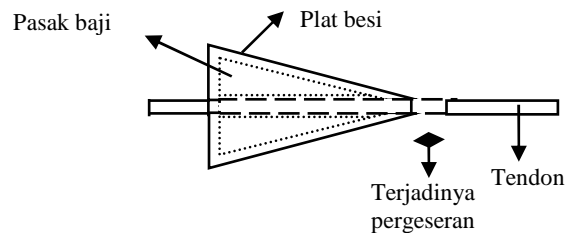
Pengujian kuat geser alat pemegang tendon dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Benda uji diukur dimensinya (panjang, lebar, tinggi) dengan menggunakan jangka sorong maupun meteran.
- b) Mesin uji disiapkan untuk melakukan pengujian sesuai dengan pengujiannya.
- c) Benda uji dipasang pada mesin penguji.
- d) Menyetel *dial gauge*
- e) Mesin uji dijalankan dan dicatat hasil dari pengujian.
- f) Percobaan dilakukan secara berturut-turut sebanyak benda uji yang telah disiapkan.

Pengujian tendon dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Pengujian alat pemegang tendon bambu



Gambar 5. Kegagalan alat pemegang tendon bambu

2. Analisa Pembebanan

Dari hasil pengujian dilaboratorium dapat dibuat suatu analisa untuk membandingkan beban P_{maks} yang terjadi pada variasi bentuk alat pemegang tendon bambu. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2. diatas didapatkan $P_{maks\ rata-rata}$ yang dapat dibuat grafik pada Gambar 5..

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

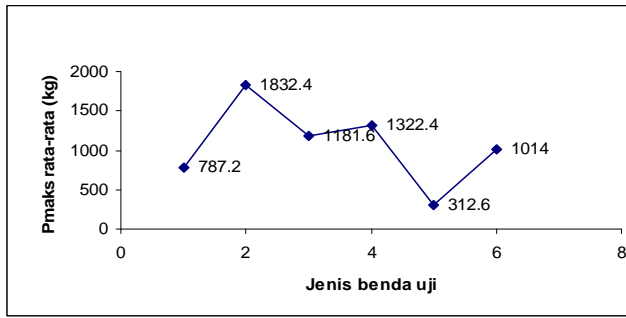
Dari pengujian kuat geser alat pemegang tendon bambu dapat dibuat suatu analisa untuk mengetahui besarnya tegangan-tegangan yang terjadi pada alat tendon pemegang tendon bambu yang bervariasi ukurannya.

1. Analisa Keruntuhan

Proses terjadinya keruntuhan pada alat pemegang tendon ditandai dengan telah terjadi pergeseran antara pasak baji kayu dengan tendon bambu. Gambar keruntuhan pada alat pemegang tendon bambu dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil pengujian beban

Jenis alat	jenis Benda uji	Variasi alas	Dimensi Bdg geser h x t (cm x cm)	Luas Bidang geser ($A_{br} \cdot 2 \text{ sisi}$) (cm^2)	$P_{maks\ rata-rata}$ (kg)
Alat pemegang tendon	A	1/2 tinggi	12 x 2	48	787.2
	B	1/3 tinggi	12 x 2	48	1832.4
	C	1/2 tinggi	10 x 2	40	1181.6
	D	1/3 tinggi	10 x 2	40	1322.4
	E	1/2 tinggi	8 x 2	32	312.6
	F	1/3 tinggi	8 x 2	32	1014



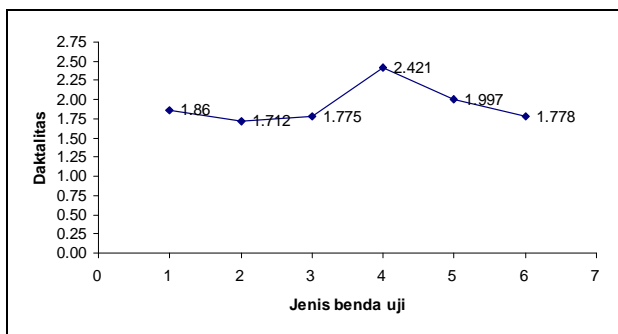
Gambar 5. Grafik pengujian $P_{maks\ rata-rata}$

Keterangan :

- A = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 12 cm dan variasi alas 1/2 tinggi
- B = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 12 cm dan variasi alas 1/3 tinggi
- C = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 10 cm dan variasi alas 1/2 tinggi
- D = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 10 cm dan variasi alas 1/3 tinggi
- E = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 8 cm dan variasi alas 1/2 tinggi
- F = Alat dengan luas bidang geser 2 cm x 8 cm dan variasi alas 1/3 tinggi

Analisa daktailitas dan kekakuan

Dari hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai geser yang digunakan untuk mencari nilai daktalitas dan kekakuan. Dimana daktalitas adalah perbandingan antara geser maksimum dibagi dengan geser elastis. Sedangkan kekakuan adalah perbandingan antara beban saat P elastis dibagi dengan geser elastis. Dari hasil perhitungan didapatkan grafik hubungan daktalitas dengan benda uji (Gambar 6.) dan grafik hubungan kekakuan dengan benda uji (Gambar 7) , seperti tersebut dibawah ini.

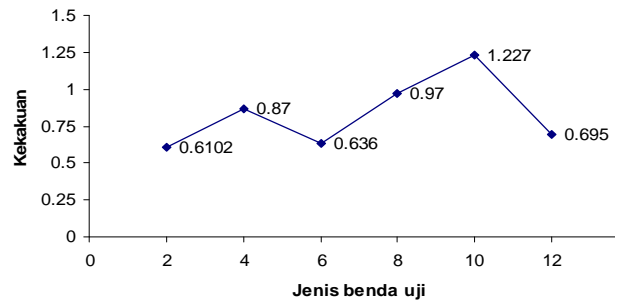


Gambar 6. Grafik hubungan antara daktalitas dengan jenis benda uji

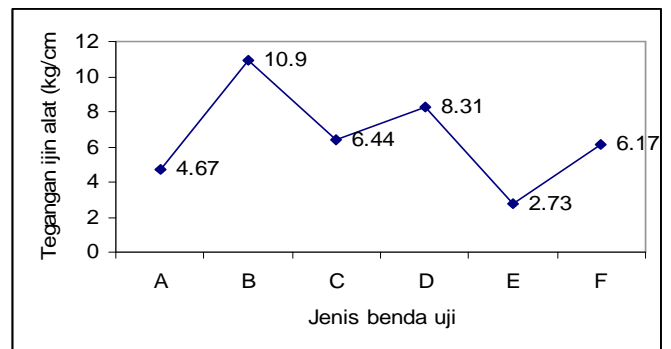
Analisa tegangan geser ijin

Dari hasil pengujian dilaboratorium dapat dibuat suatu analisis untuk membandingkan tegangan geser ijin yang terjadi pada setiap variasi alat

pemegang tendon bambu. Analisis tegangan geser dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah.



Gambar 7. Grafik hubungan antara kekakuan dengan jenis benda uji



Gambar 8. Grafik hubungan antara tegangan geser ijin dengan jenis benda uji

KESIMPULAN

Dari uraian diatas dan analisa data yang didapat, maka dapat disimpulkan:

- 1) Hasil pengujian beban P_{maks} rata-rata yaitu; benda uji A sebesar 787.2 kg, B sebesar 1832.4 kg, C sebesar 1181.6 kg, D sebesar 1322.4 kg, E sebesar 312.6 kg dan F sebesar 1014 kg.
- 2) Hasil pengujian daktailitas rata-rata yaitu; benda uji A sebesar 1.86, B sebesar 1.712, C sebesar 1.775, D sebesar 2.421, E sebesar 1.997, F sebesar 1.778.
- 3) Hasil pengujian kekakuan rata-rata yaitu; benda uji A sebesar 0.6102 kg/cm, B sebesar 0.87 kg/cm, C sebesar 0.636 kg/cm, D sebesar 0.97 kg/cm, E sebesar 1.227 kg/cm, F sebesar 0.695 kg/cm.
- 4) Hasil analisa data tegangan geser rata-rata alat yaitu; benda uji A sebesar 4.67 kg/cm², B sebesar 10.9 kg/cm², C sebesar 6.44 kg/cm², D sebesar 8.31 kg/cm², E sebesar 2.73 kg/cm², F sebesar 6.17 kg/cm².
- 5) Benda uji yang perbandingan alasnya sepertiga dari tinggi mempunyai kekuatan geser lebih besar dari yang alasnya setengah dari tinggi meskipun mempunyai luas bidang geser sama..

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1961. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1987. *Pedoman Perencanaan Bangunan Baja untuk Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1991. *Metode Pengujian Kuat Geser Kayu di Laboratorium*, Departemen Pekerjaan Umum, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1994. *Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium*, Departemen Pekerjaan Umum, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Asroni, A., 1994. *Konstruksi Kayu I*, Bahan-bahan Kuliah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS, Surakarta.
- Kustati, I., 2001. *Tinjauan Sifat Mekanika Pada Bambu Apus, Bambu Petung, dan Bambu Ori*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Surakarta.
- Pratomo, H.W., 2004. *Struktur Beton Prategang*, Nova, Jakarta.
- Puspita, D., 2004. *Tinjauan Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengon, Kayu Kruing, dan Seng*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.