

**PENGARUH VARIASI PANJANG BIDANG MUKA BAMBUBERPENGISI PADA
SAMBUNGAN TAKIKAN BERBASIS STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI)**
*The Effect of Variations Distance to the edge of the Bamboo on the Notch Connection Bases on
Indonesian National Standards (SNI)*

Aryani Rofaida*, I Wayan Sugiarta*, Kharismanti Husadani**

***Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram**

****Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram**

Email : aryanirofaida@unram.ac.id, sugiartha88@gmail.com

Abstrak

Bambu dalam struktur bangunan salah satunya sebagai rangka struktur kuda-kuda. Akan tetapi karena bentuk bambu yang bulat, berongga serta mempunyai arah serat sejajar menyebabkan bambu lemah terhadap geser. Pemakaian bahan pengisi dimaksudkan untuk mengatasi kelemahan bambu terhadap geser sehingga gaya tekan pada sambungan takikan akan dilawan secara komposit. Sambungan takikan digunakan sambungan takikan tunggal. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas sambungan pada takikan tunggal terhadap variasi panjang bidang muka bambu yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pengujian pendahuluan berupa sifat fisik dan sifat mekanik bahan mengacu pada penelitian sebelumnya dengan jenis bambu yang samai. Setelah mengetahui sifat-sifat dasar bahan, dilanjutkan dengan pembuatan sambungan takikan tunggal untuk batang tarik, bambu petung dipotong sepanjang 120 cm dan batang tekan 72 cm dengan pengisi bambu sepanjang 40 cm. Selanjutnya dilakukan pengujian kekuatan sambungan takikan tunggal, dengan mengambil variabel bebas berupa variasi panjang bidang muka (Lm) dan besar sudut takikan sebagai variabel tetap.

Hasil pengujian kapasitas sambungan takikan tunggal berdasarkan standar beban hasil analisa sambungan takikan tunggal untuk beban maksimum 23469 N terdapat pada Lm 198 mm, Namun untuk pelaksanaannya sebaiknya menggunakan standar SNI yaitu Lm \geq 200 mm sehingga struktur kuda-kuda aman untuk digunakan. Beban maksimum yang diperoleh dari hasil pengujian dengan Lm 200 mm yaitu sebesar 23897 N.

Kata kunci : *Bambu petung, Variasi panjang, takikan tunggal.*

PENDAHULUAN

Bambu memiliki kuat tarik yang tinggi namun lemah terhadap geser, hal ini dikarenakan bentuk bambu yang bulat, berongga dengan arah serat yang sejajar menyebabkan lemahnya kinerja bambu dalam menahan beban sehingga penggunaan sambungan takikan pada bambu sangat dihindari melainkan menggunakan pelat baja sebagai penyalur tegangan tumpu dan tegangan geser dimana harga baja relatif mahal. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan suatu inovasi untuk sambungan takikan pada bambu dengan mempertimbangkan harga yang lebih ekonomis, tetapi mengingat bahwa bambu lemah terhadap geser maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kekuatan geser bambu.

Bambu menggunakan pengisi mortar semen tentu membutuhkan biaya yang relatif mahal dan membutuhkan waktu untuk pengeringannya. Sedangkan jika menggunakan bambu berpengisi kayu, selain umur tebang kayu yang relatif lama dan ketersediaan kayu yang semakin menipis juga akan membutuhkan perlakuan khusus seperti pembubutan agar dimensi yang dihasilkan mendekati ukuran dimensi bambu, tentu itu merupakan kendala karena bangunan-bangunan struktur dari bambu biasanya terdapat di pedesaan. Bambu mempunyai struktur dimensi semakin keujung semakin runcing, pada bagian ujung ini jarang sekali dimanfaatkan, bagian ini biasanya terbuang karena diameter dan jarak

antar bukannya tidak seragam, jadi dengan pertimbangan penghematan dan pemanfaatan bahan digunakanlah ujung bambu sebagai pengisi.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu berapa besar pengaruh variasi panjang bidang muka bambu berpengisi terhadap kapasitas sambungan takikan tunggal. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi panjang bidang muka bambu berpengisi terhadap tinjauan kapasitas pada sambungan takikan tunggal.

TINJAUAN PUSTAKA

Kekuatan sambungan bambu umumnya sangat rendah mengingat perangkaian batang-batang struktur bambu seringkali dilakukan secara konvensional memakai paku, pasak atau tali ijuk. Pada perangkaian batang-batang struktur dari bambu yang dilakukan dengan paku atau pasak, maka serat yang sejajar dengan kekuatan geser yang rendah menjadikan bambu mudah pecah karena paku atau pasak.

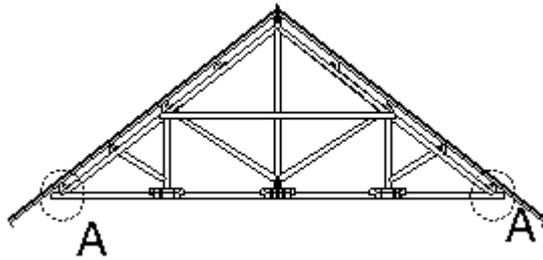
Penelitian mengenai bambu dibidang struktur khususnya kuda-kuda sudah banyak dilakukan dan pada umumnya menemui masalah pada pembuatan sambungan, oleh karena itu Morisco (1996), melakukan penelitian dengan memberikan bahan pengisi berupa kayu dan mortar pada bagian ujung joint. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan sambungan dapat mencapai 4-8 ton.

Marwansyah (2013) dalam penelitiannya menggunakan bambu sebagai bahan pengisinya. Peneliti memvariasikan volume pengisi bambu yaitu volume pengisi bambu 0%, 31%, 37%, 54%, 77%, dan 100%. Hasil kuat tarik paling rendah diperoleh pada pengisi bambu 0% sebesar 1019.088 kg, dan semakin meningkat seiring bertambahnya % variasi pengisi bambu. Pengisi bambu 100% memiliki kuat tarik paling tinggi yaitu 2086.560 kg.

Bambu petung (*Dendrocalamus Asper*), bambu jenis ini mempunyai rumpun agak rapat, dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 2000 m di atas permukaan air laut. Pertumbuhan cukup baik khususnya untuk daerah yang tidak terlalu kering. Bambu petung dikenal luas sebagai penghasil batang untuk konstruksi bangunan karena batangnya yang relatif paling kokoh, keras, dengan diameter yang besar. Bambu petung berdiameter 10-15 cm, tebal dinding 10-15 mm, jarak antar ruas 40-60 cm, dan panjang batang mencapai 10-14 m, bahkan lebih. Karena relatif paling besar, bambu petung biasa dipakai sebagai elemen struktur bangunan seperti rangka kuda-kuda, kolom, usuk, reng, dan lain-lain.

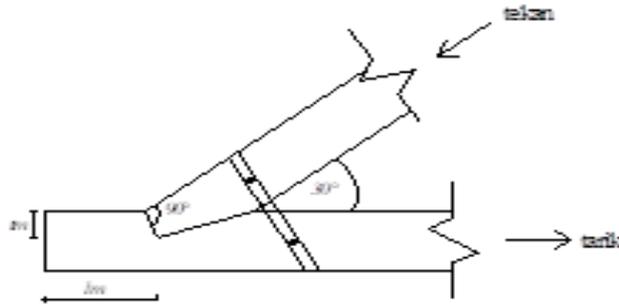
Secara anatomi dan kimiawi bambu dan kayu hampir sama, oleh karena itu faktor-faktor yang berpengaruh pada kayu juga berpengaruh pada sifat-sifat bambu (Liesse, 1980 dalam Wandu, 2009). Faktor-faktor tersebut antara lain kadar air dan berat jenis.

Struktur rangka atau truss adalah suatu struktur yang terdiri dari beberapa batang yang dihubungkan pada suatu joint sendi yang tidak dimungkinkan adanya momen-momen dalam yang bekerja pada batang rangka tersebut seperti yang terlihat pada Gambar1.



Gambar 1. Struktur Eangka Kuda Kuda

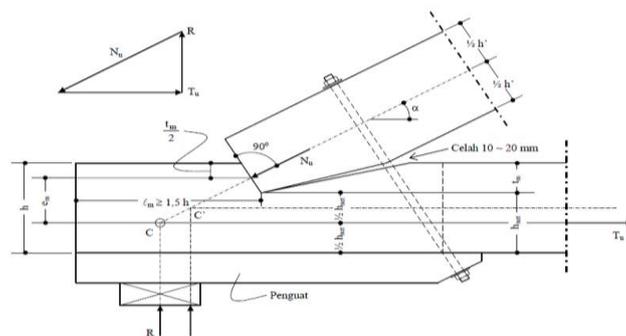
Pada joint buhul yang diberi kode A adalah suatu sambungan yang dinamakan sambungan takikan tunggal dimana untuk lebih jelasnya terlihat pada detail Gambar 2. Joint bersifat tidak kaku sehingga memungkinkan adanya rotasi dari batang-batangnya dalam menerima gaya luar yang bekerja pada struktur. Setiap batang penyusun rangka akan bekerja bersama-sama, setiap batang tidak akan melentur karena hanya akan mengalami gaya tarik atau tekan (Schodek, 1991)



Gambar 2. Detail sambungan takikan tunggal

Sambungan takikan

Awaludin (2005) menyatakan sambungan takikan merupakan sambungan tradisional, dimana penyaluran gaya tidak menggunakan alat sambung melainkan memanfaatkan luas bidang kontak. Sambungan takikan atau nama lainnya sambungan gigi banyak ditemui pada titik buhul kuda-kuda dan jembatan rangka kayu dan juga berfungsi untuk meneruskan gaya desak. Gaya desak itu akan membentuk sudut α dengan sumbu batang tepi. Kekuatan sambungan ini mengandalkan kekuatan geseran dan kuat tekan atau tarik kayu pada penyelenggaraan sambungan. Kekuatan tarikan atau tekanan pada sambungan ditentukan oleh geseran dan kuat desak tampang sambungan takikan. Dua kekuatan tersebut harus dipilih yang paling lemah untuk persyaratan kekuatan struktur. Dalam struktur kuda-kuda sambungan takikan yang sering digunakan adalah sambungan gigi tunggal.



Gambar 3. Sambungan gigi tunggal

Pada sambungan gigi tunggal, dalamnya gigi (tm) tidak boleh melebihi suatu batas, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3, $tm \leq 1/3 h$, yang mana h adalah tinggi komponen struktur mendatar. Panjang kayu muka lm harus memenuhi $lm \geq 1,5 h$, tetapi juga $lm \geq 200$ mm (SNI 2002).

Tahanan geser pada bagian kayu muka dapat dihitung sebagai berikut,

$$N_u \cos \alpha \leq \lambda \phi_v \frac{l_m b F_v'}{1 + 0,25 \frac{l_m}{e_m}} \dots \dots \dots (1)$$

dengan, N_u = gaya tekan terfaktor, α = sudut antara komponen struktur diagonal terhadap komponen struktur mendatar, ϕ_v = faktor tahanan, λ = faktor waktu, l_m = panjang kayu muka, b = lebar komponen struktur mendatar, F_v' = kuat geser sejajar serat terkoreksi, e_m = eksentrisitas pada penampang netto akibat adanya coakan sambungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Bahan Penelitian adalah bambu petung (*Dendrocalamus Asper*) yang diperoleh dari Dusun Lempenge Desa Sintung Kecamatan Pringgarata Kabupaten Lombok Tengah dengan diameter luar kira-kira 120 mm dan dengan tebal kira-kira 10 mm. Bambu ini dipilih dengan ketentuan umur telah mencapai kira-kira 3 tahun, dengan batang yang lurus dan kondisi kering udara. perekat yang digunakan adalah epoksi dengan merk dagang "Union" Resin ini terdiri dari satu kaleng bahan pengeras atau *Hardener* dan satu kaleng perekat yang harus dicampur dengan perbandingan 1:1 sesuai petunjuk penggunaan, Besi pelat:

- Ukuran 32x4,5x0,45 cm 2 buah, sebagai begel pengikat pada model sambungan.
- Ukuran 46x20x0,6 cm, sebagai pelat pengikat pada *Loading frame*
- Ukuran 36x13x0,6 cm 2 buah, sebagai pengikat antara batang tarik bambu dengan *Loading frame*.

Alat-alat yang akan digunakan dalam proses pembuatan benda uji antara lain : Gergaji dan parang, Oven dengan suhu maksimum 200°C, digunakan untuk membantu pengeringan benda uji, timbangan digital dengan ketelitian 0.01 gram, digunakan untuk menimbang berat benda uji, Perlengkapan untuk perekatan seperti kuas, wadah, dan sarung tangan, Bor listrik, digunakan untuk membuat lubang baut, *Universal testing machine (UTM)* merk *Controls Multiensayo Electromechanical* dengan kapasitas 300 KN, untuk uji tarik dan uji geser, *Hydraulic jack* (dongkrak hidrolis), untuk menahan beban awal sebelum beban diberikan secara berangsur-angsur pada benda uji, *Loading frame*, digunakan sebagai alat pembantu untuk meletakkan dudukan benda uji, *hydraulic jack*, dan *dial gauge* agar bekerja dengan maksimal, *Dial gauge*, digunakan untuk membaca perpanjangan atau lendutan yang terjadi pada benda uji, *Load cell*, digunakan untuk mengetahui besarnya beban yang bekerja pada benda uji, *Transducer indicator*, digunakan untuk mengetahui besarnya beban yang bekerja pada benda uji secara digital, Dudukan benda uji, digunakan sebagai pemegang atau dudukan benda uji sehingga pembebanan yang dilakukan benar-benar ditahan oleh sambungan.

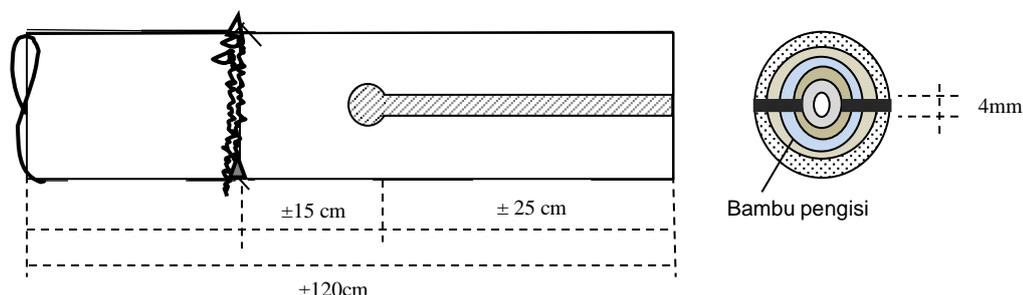
Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan persiapan berupa pengadaan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian seperti bambu petung, perekat epoksi, klem dan alat-alat yang digunakan untuk pelaksanaan pengujian. Benda uji pendahuluan dibuat untuk pengujian karakteristik bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

Perekatan dilakukan dengan mengolesi perekat epoksi ke salah satu permukaan bambu kemudian dikempa selama 6 jam dan didiamkan selama 24 jam sampai rekatannya kering sempurna. Besarnya kuat rekat dipengaruhi oleh kesempurnaan dalam melakukan perekatan, semakin tipis perekat yang digunakan maka kekuatan rekatannya semakin kuat.

Pembuatan benda uji sambungan takikan dengan pengisi bambu

Pembuatan benda uji sambungan takikan yang menggunakan pengisi bambu dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu : bambu petung dengan diameter luar sekitar 13-12 mm dipotong dengan panjang ± 120 cm untuk batang tarik dengan nodia terletak ± 40 cm dari tepi bentang dan untuk batang tekan dipotong dengan panjang ± 72 cm,. Setelah bambu dipotong, dilanjutkan dengan pembuatan celah selebar 4 mm pada tepi kiri dan kanan bambu untuk memberikan efek jepitan pada saat proses pengeleman antara bambu dengan pengisinya sehingga keduanya bisa bekerja bersama-sama. Selain pembuatan celah, permukaan dalam bambu dan permukaan luar bambu pengisi dibersihkan dan dikasarkakan untuk membantu lem merekat pada bambu dan pengisinya.

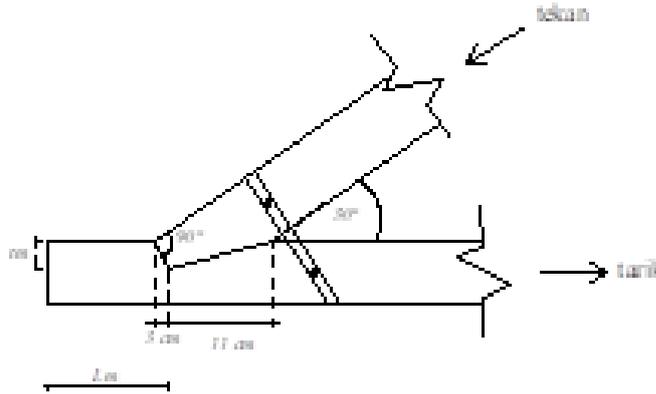


Gambar 4. Ujung bambu dengan celah 4mm

Bambu pengisi dipotong sesuai dengan panjang bambu yang akan diisi dan dipilih ukuran atau diameter yang kira-kira sesuai agar bisa dimasukkan ke dalam bambu. Sebelum dimasukkan, permukaan luar bambu pengisi dibersihkan dan dikasarkakan terlebih dahulu agar perekat bisa menyerap ke dalam serat-serat antara bambu dengan pengisinya.

Setelah bambu dipotong dan pengisinya telah dibersihkan dan dikasarkakan permukaannya, maka dilakukan perekatan antara bambu dengan pengisinya menggunakan perekat epoksi dan dikempa dengan kelem/kawat bendrat sampai kencang.

Bambu diukur diameternya dan dibagi tiga karena variabel tetap yang digunakan yaitu tm $1/3$ D dengan sudut 30° dengan lm sebagai variabel bebas, sehingga diperoleh kedalaman takikan tm $1/3$ D dengan sudut 30° dengan variasi lm 150, 175, 225 dan 250 mm. Setelah semua siap bambu dipotong sesuai gambar sket takikan yang telah dibuat pada bambu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Bentuk dan Ukuran benda Uji Takikan

Setelah dilakukan pengeleman antara bambu dengan pengisinya dan perekat sudah bekerja maksimal (± 24 jam setelah proses pengeleman) dilanjutkan dengan proses pengeboran pada batang tekan dan batang tarik bambu guna pemasangan begel dan juga pengeboran dilakukan pada bagian ujung sebelahnya untuk pegangan pada *loading frame*. Pengeboran ini menggunakan mesin bor dengan diameter 13 mm (lebih besar 1 mm dari diameter baut untuk alat sambung benda uji).

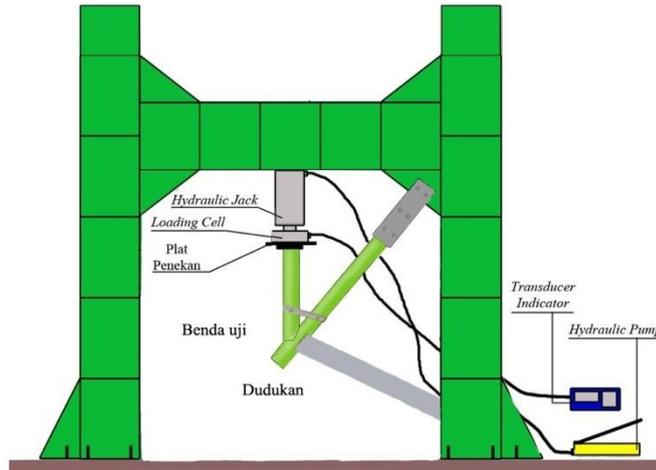
Dilanjutkan dengan proses perangkaian benda uji, perangkaian benda uji ini menggunakan baut dengan diameter 100 mm dan pelat baja sebagai penyambung dengan tebal 4,5 mm.

Pembuatan benda uji sambungan takikan dalam penelitian ini menggunakan bambu petung dengan diameter 12 cm dengan lima variasi panjang bidang muka (*lm*) dengan kedalaman takikan $1/3 D$, dimana $1/3D$ adalah pendekatan untuk $1/3h$ pada takikan kayu, dan akan dibuat benda uji dengan bambu bagian tengah dan bambu bagian ujung sebagai pengisi. Dengan kode benda uji seperti BM1 (Bambu Muka 1) dan seterusnya, untuk selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah dan variasi benda uji sambungan

No	Kode benda uji	Tm	lm	Sudut	Jumlah benda uji
1	BM 1	$1/3 D$	150	30°	3
2	BM 2	$1/3 D$	175	30°	3
3	BM 3	$1/3 D$	200	30°	3
4	BM 4	$1/3 D$	225	30°	3
5	BM 5	$1/3 D$	250	30°	3

Pengujian dilaksanakan dengan menempatkan benda uji padaudukannya yang ditempatkan pada *loading frame*. Penekanan benda uji menggunakan alat *hydraulic jack* dan untuk mengetahui beban yang diberikan, digunakan *load cell* yang dilengkapi dengan *transducer indicator*. Pertambahan beban benda uji dicek dengan menggunakan *dial gauge*. Pengujian sambungan dilakukan sampai sambungan mengalami kegagalan baik bambu retak, maupun rekatan lepas. Adapun bentuk *set up* pengujian model sambungan takikan dengan pengisi bambu dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Set Up pengujian kuat tekan sambungan takikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji pendahuluan

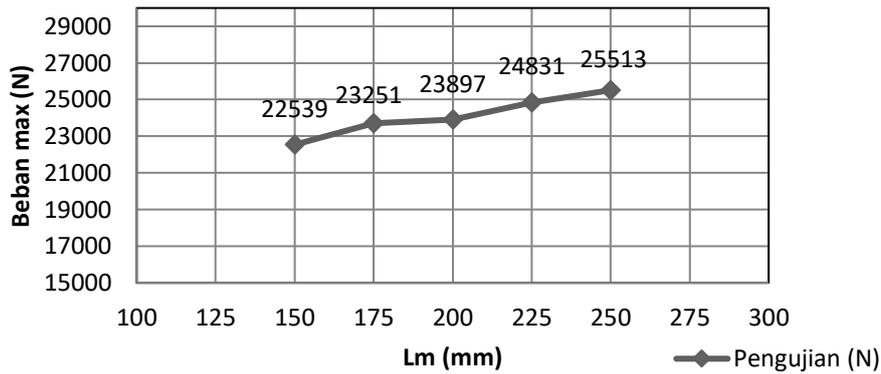
Pengujian pendahuluan mengacu pada penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan berupa sifat fisik bambu yang dilakukan adalah pengujian kadar air dan berat jenis sedangkan pengujian sifat mekanik bambu adalah pengujian kuat tarik dan kuat geser. Pengujian sifat fisik dan mekanik bambu bertujuan untuk mengetahui kekuatan bambu petung sebagai bahan utama dalam pembuatan kuda-kuda atap dengan sambungan takikan. Selain itu juga pengujian mekanik bambu digunakan dalam analisa teoritis dengan mempertimbangkan nilai kadar air dan berat jenis. Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik bambu petung

Bagian	Kadar Air (%)		Berat Jenis	Kuat Tarik (MPa)		Kuat Geser (MPa)	
	Bambu Segar	Kering Udara		Tanpa Nodia	Dengan Nodia	Tanpa Nodia	Dengan Nodia
Pangkal	51,81	15,08	0,79	179,908	111,492	4,783	3,715
Tengah	33,81	14,26	0,83	101,670	92,624	5,274	5,520
Ujung	32,12	13,47	0,85	147,457	92,669	2,569	5,670
Rata-Rata	51,81	15,08	0,79	179,908	111,492	4,208	4,968

Pengujian Kapasitas Sambungan Takikan

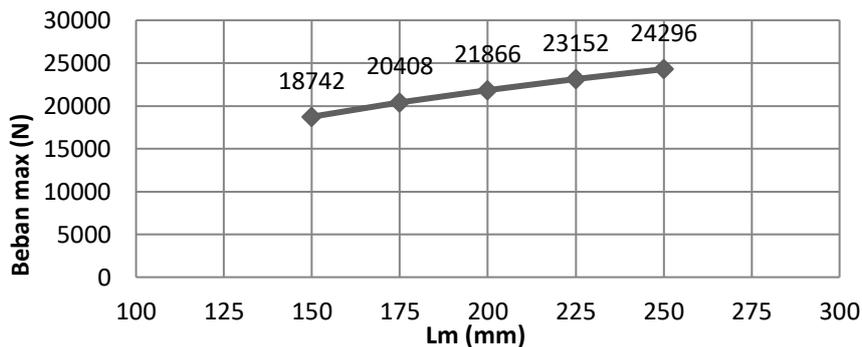
Pengujian sambungan takikan tunggal dengan pengisi bambu dan perekat epoksi bertujuan untuk mengetahui tinjauan kapasitas pada sambungan. Selain itu juga untuk mengetahui kuat rekat antar lapisan bambu. Pada penelitian ini kekuatan yang diambil untuk mengetahui kinerja sambungan takikan tunggal berpengisi bambu adalah kekuatan pada saat sambungan mengalami kegagalan. Benda uji dianggap gagal apabila terjadi keruntuhan ke arah geser berupa patahnya bambu bagian muka (Im), maupun rekatan lepas.



Gambar 7. Kenaikan beban terhadap panjang bidang muka bambu

Dari grafik seperti yang terlihat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa angka kenaikan beban terhadap penambahan setiap 25 mm untuk panjang bidang muka bambu L_m tidak seragam. Hal ini dapat dilihat dari selisih beban tiap penambahan panjang bidang muka bambu yaitu untuk setiap penambahan 25 mm panjang bidang muka bambu terjadi selisih 3,16 %, 0,88 %, 3,76%, 1,30%.

Untuk lebih jelasnya disajikan dalam grafik seperti yang terlihat pada Gambar 8 untuk mengetahui pola kenaikan beban terhadap kinerja sambungan takikan terhadap variasi panjang bidang muka L_m .



Gambar 8. Hubungan antara L_m dengan beban maksimum sesuai SNI

Dari grafik tersebut dapat dilihat kinerja sambungan takikan untuk menahan beban berbanding lurus dengan penambahan panjang L_m , dimana beban yang mampu ditahan oleh sambungan takikan semakin meningkat sampai mencapai beban maksimum atau sambungan takikan mengalami keruntuhan seiring dengan penambahan panjang bidang muka bambu.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :. Beban maksimum yang mampu diterima oleh sambungan takikan dengan L_m 150 mm, 175 mm, 200 mm, 225 mm dan 250 mm berturut-turut adalah 22539 N, 23696 N, 23897 N, 24831 N, 25513 N. Kekuatan maksimum rata-rata sambungan takikan akan bertambah seiring dengan adanya pertambahan panjang bidang muka bambu (L_m).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2000). Tata Cara Perencanaan Struktur Kayu Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). SK SNI 03 – 2000. Bandung.
- Morisco. (1999). Rekayasa Bambu. Nafiri Offset. Yogyakarta.
- Awaludin, A. (2005). Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil FT UGM. Yogyakarta.
- Awaludin, A. (2005). Konstruksi Kayu. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil FT UGM. Yogyakarta.
- Schodek, Daniel, L. (1991). Struktur. PT Eresco. Bandung.
- Sugiartha, I., W. (2007). Pengaruh Variasi Kayu Pengisi Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Dengan Alat Sambung Baut. Artikel Ilmiah Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- Marwansyah. (2013). Pengaruh Variasi Kayu Pengisi Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Bambu dengan Alat Sambung Baut. Tugas Akhir : Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- Wandi, S. (2010). Tinjauan Kuat Tarik Model Sambungan Kuda-kuda dari Bambu Laminasi Memakai Alat Sambung Baut. Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- Prayitno, T., A. (1996). Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah mada. Yogyakarta.
- Frick, H. (2004). Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu. Pengantar Konstruksi Bambu. Kanisius Soegijapranata University Press.