

KINERJA GAYA TEKAN KUDA-KUDA BAMBUN DENGAN BENTUK LENGKUNG TERHADAP TEKANAN BEBAN VERTIKAL

Muhammad Yusuf¹, Yulianto Purwono Prihatmaji², dan Abdul Robbi Maghzaya³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 20512082@students.uui.ac.id

ABSTRAK: Pada saat ini, banyak arsitek yang memberdayakan bambu sebagai bahan konstruksi karena material kuat dan ringan sangat cocok untuk material kuda-kuda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, untuk mengetahui kekuatan kuda-kuda bambu terhadap beban vertikal yang diberikan. Ketika ditekan dari atas, dengan masing-masing kolomnya diletakkan menggunakan metode berbeda, seperti salah satu sisi diberi penahan dan satu sisi lainnya tidak menggunakan penahan agar mengetahui pergeseran dari kuda-kuda tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuda-kuda bambu yang diberikan tekanan vertikal tidak mengalami kerusakan yang signifikan. Beban terberat yang dapat ditampung dari kuda-kuda tersebut yaitu 5.36 kn sedangkan kelendutan tertinggi 75.562 mm dari puncak awal.

Kata kunci: Bambu, Kabel Sling, Kuda-kuda, Struktur Atap,

PENDAHULUAN

Bambu merupakan tanaman dengan laju pertumbuhan tertinggi didunia, dimana laju pertumbuhan ditentukan dari kondisi tanah local, iklim, dan jenis spesies. Bambu digunakan sebagai alternatif material kayu untuk berbagai kegunaan, seperti kuda-kuda pada bangunan melalui beberapa pengawetan agar ketahanan bambu bisa mencapai puluhan tahun. Alternatif desain yang dipakai yaitu jenis plan truss dan rangka gapit dengan kombinasi beberapa elemen. Desain kuda-kuda ini sebenarnya tidak jauh berbeda dengan desain kuda-kuda pada umumnya. Tetapi, disini kita mencoba untuk mengeksplor beberapa bentuk dan material seperti untuk balok tariknya mencoba menggunakan material kabel sling dan untuk balok sokong dicoba eksplorasi bentuk lengkung dengan material bambu.

Morisco menyatakan bahwa bambu apus memiliki kekuatan lentur 502,3 – 1240,3 kg/cm², modulus elastisitas lentur 57.515 – 121.334 kg/cm², keteguhan Tarik 1231 – 2895 kg/cm². Sifat mekanis bambu apus tanpa buku lebih besar dibandingkan dengan bambu apus dengan bukunya.

Plan truss atau kuda-kuda dua dimensi sangat sering digunakan untuk konstruksi rangka rumah karena sederhana dan juga ekonomis. Terdapat dua bentuk dasar dari plan truss yaitu pitched truss dan parallel chord truss. Pitched truss dapat dibedakan dari bentuk segitiganya. Tipe ini sering digunakan sebagai konstruksi atap. Parallel chord truss biasanya digunakan untuk konstruksi lantai. Untuk dasar uji coba ini menggunakan dasar konstruksi plan truss yang diberi modifikasi lagi di beberapa titik misalnya pada balok sokong dimodifikasi dengan bentuk lengkung dengan material bambu diameter enam yang dibelah menjadi empat bagian. Pada balok tarik menggunakan material kabel sling untuk penarik dari sisi kiri dan kanan.

Sifat mekanik bambu adalah perilaku bambu terhadap beban luar yang mengenainya (Prayitno, T. A., 1991). Beberapa sifat sifat mekanika bambu seperti kuat tarik sejajar serat (tensile strenght), kuat tekan sejajar dan tegak lurus serat (compressive strength), kuat lentur (bending strenght), kuat geser (shearing strength) serta modulus elastisitas (modulus of elasticity). Sifat mekanika dari suatu bahan sangat penting diketahui agar kita mengetahui kelemahan dan keunggulannya sehingga dalam pemakaian bahan dapat diusahakan lebih optimum.

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimanakah kekuatan bambu dengan bentuk lengkung ketika diberi tekanan dan seberapa parah tingkat kerusakan kuda-kuda ketika mencapai titik maksimal tekanan. Berdasarkan rumusan masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan kuda-kuda ketika diberi tekanan dan mengetahui titik kerusakan pada kuda-kuda ketika ditekan pada titik maksimal kekuatan.

METODE PENELITIAN

Metode eksperimen merupakan suatu percobaan untuk membuktikan suatu pertanyaan atau hipotesis tertentu. Metode eksperimen merupakan suatu cara penyajian pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara langsung untuk membuktikan sebuah teori Morisco. (1996) dari materi pembelajaran yang didapatkannya. Tujuan metode eksperimen adalah untuk mencari dan menemukan sendiri berbagai jawaban atau persoalan-persoalan yang dihadapi dengan mengadakan percobaan sendiri.

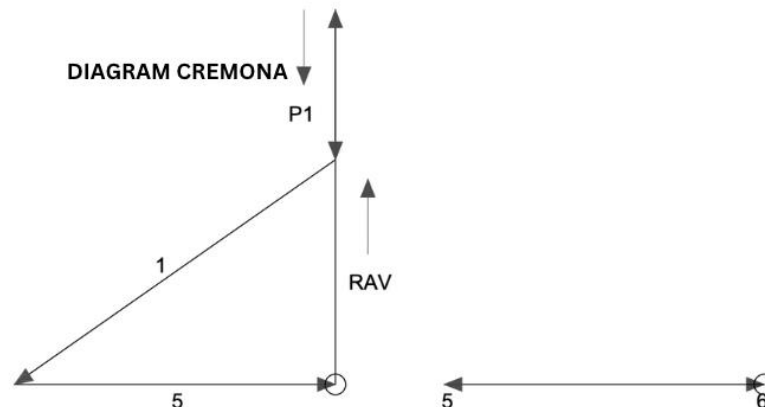
Pada penelitian ini menggunakan beberapa step yaitu :

Step 1

Mencari beberapa preseden untuk dasar desain nantinya di internet, melakukan sketsa manual membuat beberapa alternatif bentuk kuda-kuda yang nantinya kita diskusikan apakah desain kuda-kuda yang dipilih sangat memungkinkan untuk diuji coba pada pembimbing lapangan.

Step 2

Setelah diskusi dengan pengampu, memberi dimensi sesuai arahan dengan menghitung kestabilan kuda-kuda dan mencari tahu batang Tarik atau tekan dengan metode cremona. membuat maket 1:10 sebagai eksplorasi desain yang disetujui bersama. Dengan material bambu dan alat pendukung misalnya kater, lem, dan gunting.



Gambar 1, Diagram perhitungan cremona

Step 3

Membuat prototipe 1:2 dengan acuan pembuatan prototipe 1:10, evaluasi sebelum masuk ketahap selanjutnya yaitu 1:1. Untuk langkah awal membuat prototipe 1:2 membuat gambar atau acuan pada tanah dengan patok dan tali sesuai desain yang disepakati. Pada prototipe ini sudah mulai dengan detail-detail yang sudah didesain, contohnya pada bambu mana saja yang mau dibelah dan berapa lapis. Material yang digunakan yaitu bambu dengan alat pendukung yaitu pengot, parang, gergaji, palu, meteran, bor, as drat, dan mesin gerinda.

Step 4

Setelah presentasi pada pembimbing lapangan dan mendapatkan beberapa evaluasi untuk pertimbangan desain kedepannya. Membuat prototipe 1:1 yang bakal diuji lab untuk mengetahui kuat tekan kuda-kuda. Pada prototipe ini proses yang dilakukan kurang lebih sama yang membedakan hanya pada skalanya yaitu sesuai kenyataan. Desain kuda-kuda ini

memiliki panjang 4 meter dan tinggi 2 meter, menggunakan material bambu diameter 6cm dengan alat pendukung yang sama dengan pembuatan prototipe 1:2.

Step 5

Melakukan uji laboratorium terhadap prototipe 1:1 dengan alat *hydraulic pressure*. Dengan alat bantu lab untuk membantu pengujian yaitu diberi balok tumpuan untuk mengetahui gaya tekan kuda-kuda dan diberi plat besi berbentuk lancip untuk memberi gaya tekan pada bagian atas kuda-kuda. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat gaya tekan pada kuda-kuda, titik manakah kerusakan kuda-kuda paling parah dan mengetahui deformasi yang terjadi. Pada pengujian ini dilakukan juga perekaman, pengambilan foto, dan catatan. Untuk perekaman dilakukan di beberapa titik yaitu depan dan samping menggunakan *handphone*, untuk pengambilan foto menggunakan *handphone*, untuk mengambil gambar perubahan dari kuda-kuda misalnya perubahan dari bentuk awal dan setelah dipress dengan mesin. Untuk catatan menggunakan *ipad* untuk menulis terjadi pada titik mana saja yang terjadi perubahan misalnya pada titik A mengalami pecah bambu atau terjadinya perubahan bentuk pada bambu.

Step 6

Melakukan pengumpulan data setelah uji lab untuk mengetahui apa saja yang perlu dievaluasi untuk pengembangan desain yang lebih efisien dan kuat.

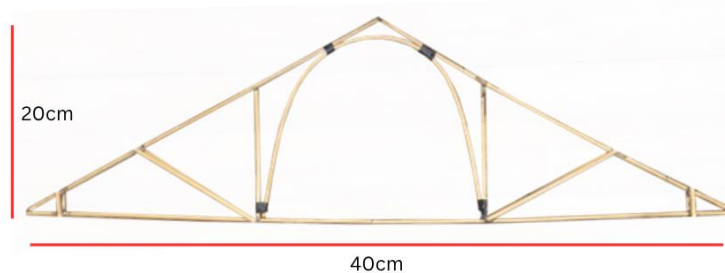
Step 7

Menyusun laporan hasil uji lab dengan bentuk essay berupa data-data yang telah kita lakukan seminggu di area pelatihan bambuland dari awal sampai uji lab berakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain prototipe 1:10

Pada pembuatan prototipe 1:10 mempunyai langkah awal yaitu mencari beberapa preseden yang nantinya sebagai acuan untuk desain kuda-kuda yang dibuat. Membuat sketsa manual untuk mencari perbedaan desain kuda-kuda dengan material beton, baja ringan, bambu, kayu dan baja. Setelah mengetahui perbedaan dari konstruksi dari 5 material tadi, lalu mulai memasuki sketsa desain yang diinginkan dan membuat maket 1:10.



Gambar 2, Maket 1:10

B. Desain prototipe 1:2

Pada pembuatan prototipe 1:2 mempunyai beberapa langkah yaitu setelah mendapatkan beberapa masukan dari pengampu dari desain prototipe 1:10, mulai masuk untuk prototipe 1:2. Ada pun langkah-langkah pembuatan yaitu :

- Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan yaitu palu, pengot, golok, mesin bor, mesin gerinda, asdrat diameter 8mm, mur ukuran 12mm, tali, dan ring mur.
- Pemilihan bambu yang sesuai misalnya mengumpulkan bambu yang lurus dan diameter hampir semua sama rata.
- Membuat patok (material bambu) guna untuk menggambar/menandai pada tanah guna untuk mempermudah konstruksi kuda-kuda yang diinginkan dengan bahan bantu tali sebagai garis bentangnya.
- Memotong bambu sesuai ukuran yang diinginkan karena masih pada tahap 1:2. Jadi, Panjang bentang kuda-kuda ini yaitu 2m san tinggi 1m. pembuatan bentuk lengkung

menggunakan material yang sama yaitu bambu akan tetapi tidak menggunakan bambu utuh melainkan bambu yang sudah dibelah dan lapis menjadi 4 tumpuk.

- Setelah pemotongan selesai masuk ketahap perakitan pada patok-patok yang sudah dibuat diawal tadi. Membuat detail-detail sambungan agar pegangan dari satu bambu kebambu lainnya menjadi stabil.
- Setelah semua sudah terakit dengan pas dan sesuai diinginkan, masuk ketahap pengeboran dengan mesin bor menggunakan asdrat diameter 8mm. finishing asdrat-asdart yang masih lumayan mengganggu menggunakan mesin gerinda.



Gambar 3, Prototipe 1:2

C. Desain prototipe 1:1

Pada pembuatan prototipe 1:1 lumayan memakan waktu 2 hari pembuatan karena skala yang dibuat sudah menyesuaikan skala desain yang asli. Sebelum itu mendapat beberapa masukan pada prototipe 1:2 untuk mengubah batang Tekan atas menjadi batang gabit. Lalu untuk batang Tarik bawah agar memperoleh bentuk yang maksimal kita mengubah materialnya menggunakan tali sling sebagai pengganti batang Tarik bawah. prototipe ini nantinya bakal digunakan untuk uji lab menggunakan mesin *hydraulic pressure*. Ada pun langkah-langkah pembuatan tidak jauh berbeda dengan desain prototipe 1:2 yaitu :

- Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan yaitu palu, pengot, golok, mesin bor, mesin gerinda, asdrat diameter 8mm, mur ukuran 12mm, tali, dan ring mur.
- Pemilihan bambu yang sesuai misalnya mengumpulkan bambu yang lurus dan diameter hampir semua sama rata. Desain ini menggunakan bambu apus deiameter 6cm.
- Membuat patok (material bambu) guna untuk menggambar/menandai pada tanah guna untuk mempermudah kontruksi kuda-kuda yang diinginkan dengan bahan bantu tali sebagai garis bentangnya.
- Memotong dan membelah bambu sesuai ukuran yang sudah ada karena ini sudah memasuki skala 1:1, jadi Panjang kuda-kuda yaitu 4m dan tinggi 2m. untuk batang gabit sudah menggunakan bambu utuh karena pada prototipe 1:2 masih menggunakan bambu belah sebagai batang gabit.
- Setelah pemotongan selesai masuk ketahap perakitan pada patok-patok yang sudah dibuat diawal tadi. Membuat detail-detail sambungan agar pegangan dari satu bambu kebambu lainnya menjadi stabil.
- Setelah semua sudah terakit dengan pas dan sesuai diinginkan, masuk ketahap pengeboran dengan mesin bor menggunakan asdrat diameter 8mm. finishing asdrat-asdart yang masih lumayan mengganggu menggunakan mesin gerinda.



Gambar 4, Desain Kuda-kuda 1:1

Dasar desain dari kuda-kuda ini yaitu menggunakan struktur plan truss, material bambu apus dengan diameter 6. Desain kuda-kuda bambu ini memiliki panjang 4 meter dengan tinggi 2 meter. Pada bagian balok sokong terdapat eksplorasi bentuk lengkung dengan material bambu yang dibelah. Untuk bentuk lengkung memiliki 3 lapisan bambu yang sudah dibelah. Pada bagian batang tarik, bagian tengah dipasang kabel sling sebagai pengganti bambu untuk eksperimen bentuk dan kekuatan.



Gambar 5, Penjelasan Kuda-kuda

- Batang Tekan

Batang tekan adalah komponen dari member kuda-kuda yang berfungsi untuk menahan tekanan dari atas. Pada komponen batang tekan menggunakan material bambu apus dengan diameter 6cm.

- Batang Tarik

Balok tarik yang berfungsi untuk menahan gaya horizontal yang disebabkan oleh adanya gaya yang bekerja pada kaki. Pada komponen batang Tarik menggunakan material bambu apus dengan diameter 6

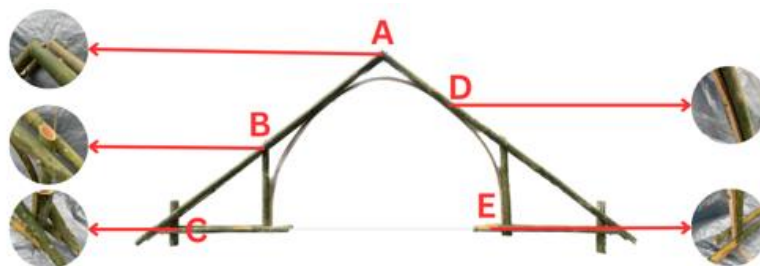
- Kabel Tarik

Pada kabel Tarik memiliki fungsi yang sama yaitu untuk menahan gaya horizontal. Untuk material yaitu menggunakan kabel sling dengan diameter 8mm, dan masing-masing ujung pada kabel dikunci dengan 3 klem.

- Batang sokong

penyokong atau skor yang berfungsi untuk menyokong kaki kuda-kuda agar tidak melengkung oleh beban yang ditimbulkan dari balok gording. Material yang digunakan yaitu bambu yang dibelah dan dijadikan 3 lapisan.

Join kuda-kuda



Gambar 6, Join Kuda-kuda

- Join A

Join A pada kuda-kuda ini menggunakan asdrat diameter 8 mm dengan masing-masing ujungnya dikasih ring dan mur baut ukuran 12 sebagai pengunci.

- Join B

Join B menyambungkan pada 3 bagian kuda-kuda yaitu dua batang tarik menggabit batang vertical dengan menggunakan asdrat diameter 8 mm dengan masing-masing ujungnya dikasih ring dan mur baut ukuran 12 sebagai pengunci.

- Join C

Join C menyambung pada 3 bagian yaitu pada batang gabit, menggapit batang penumpu kolom dengan menggunakan asdrat diameter 8 mm dengan masing-masing ujungnya dikasih ring dan mur baut ukuran 12 sebagai pengunci.

- Join D

Join D menyambungkan pada dua bagian kuda-kuda ini bagian lurus dan lengkung dengan menggunakan asdrat diameter 8 mm dengan masing-masing ujungnya dikasih ring dan mur baut ukuran 12 sebagai pengunci.

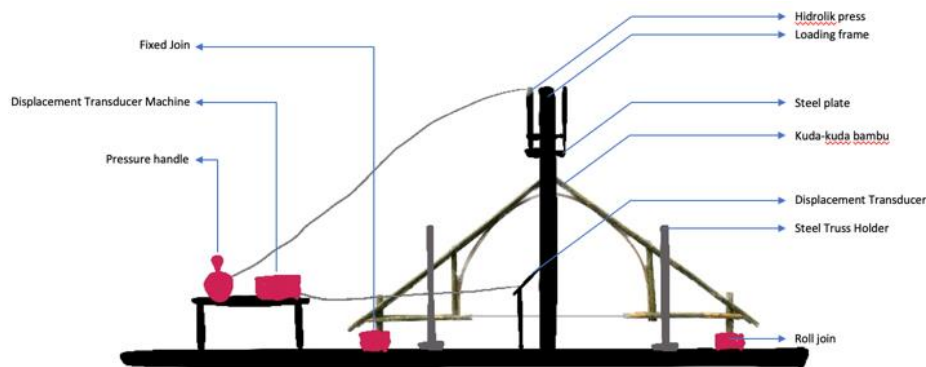
- Join E

Join E menyambungkan pada 3 bagian yaitu dari batang tarik gapit kiri dan kanan menggunakan kabel sling diameter 8mm dengan pendukung asdrat diameter 8mm dan pengait kabel sling dengan dikunci klim masing-masing sisi dikasih 3 klim.

Uji Lab

Sifat mekanik dapat diketahui dengan melakukan penelitian di laboratorium. Dalam hal ini pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan bambu terhadap tarik, tekan, lentur dan geser. (Masdar, 2004)

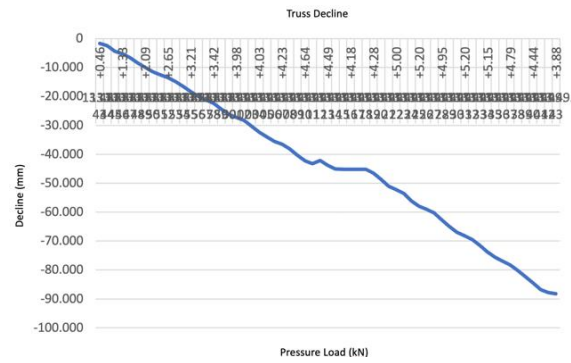
Pada tahap uji lab yaitu menggunakan mesin *hydraulic pressure*. Dengan cara kerja, modul yang telah dibuat diletakan pada mesin tersebut lalu secara perlahan dipress modul tersebut dari atas sampai menemukan titik puncak ketahanan pada modul.



Gambar 7, Mesin Hydraulic Pressure

Pada tahap uji lab menggunakan prototipe 1:1 dengan tinggi 2m dan lebar 4m. beberapa tahapan pemasangan dan cara kerja mesin uji, yaitu :

1. Pemasangan kuda-kuda pada alat uji coba dengan tinggi 2m dan lebar 4m.
2. Memasang kuda-kuda pada masing-masing tumpuan berbeda yaitu pada kolom sebelah kiri menggunakan tumpuan fix dan pada sebelah kanan menggunakan tumpuan roll.
3. Memasang alat *displacement transducer* dan menyesuaikan plat tumpuan untuk menekan kuda-kuda.
4. Memasang besi penahan diempat titik, guna untuk menggapit kuda-kuda, agar ketika kuda-kuda tersebut ditekan dari atas tetap berada pada posisi awal.
5. Setelah alat pendukung dipasang, lalu step berikutnya yaitu penekanan kuda-kuda dengan *pressure handle*.
6. Setelah kuda-kuda mencapai titik batasnya, lalu kita dapat melihat hasil pengujian kuda-kuda.



Gambar 8, Tabel Grafik penurunan kuda-kuda beban tekanan

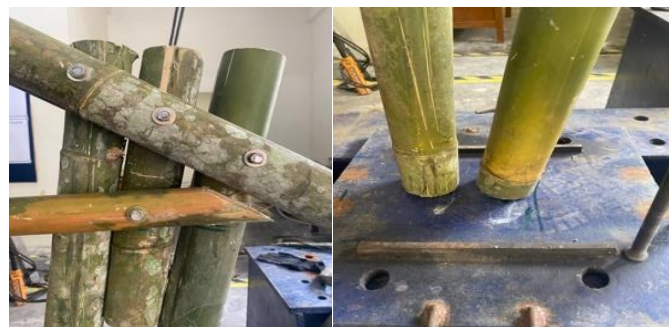
Foto Uji Lab



Gambar 9, Batang bambu pecah pada sambungan



Gambar 10, Batang lengkung menjadi lurus dan baut penahan kabel menjadi bengkok.



Gambar 11, Beberapa titik terdapat pergeseran

KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, kinerja bambu dengan bentuk lengkung mampu menahan beban sampai dengan 5.36 kn sedangkan kelendutan tertinggi 75.562 mm

dari puncak awal. Dengan hasil tersebut sempel kuda-kuda layak digunakan pada bangunan bentang pendek. Dengan data yang diperoleh dari mesin *Hydraulic Pressure*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aenudin. (1995). *Beberapa Sifat Rekayasa Balok Bentuk Laminasi Bambu Betung*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fajrin Fuad, Arbain Tata & Imran. (2020). *Analisis Struktur Atap Rangka Ruang Space Truss*. Ternate: Universitas Khairun.
- Frick, H. (2004). *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Yogyakarta: Penerbit Kansius.
- Irawan, M. A. A. (2021). *KAJIAN STRUKTUR RANGKA SPACE TRUSS PADA BANGUNAN BENTANG LEBAR DENGAN MATERIAL BAMBU* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Indonesia).
- Krisdianto, 2012. Pengujian ketahanan bilah bambu petung (*Dendrocalamus asper* (Schults f.) Backer ex Heyne) terhadap jamur dengan cara hamparan tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 30 (3): 207-216. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Morisco. (1996). *Bambu sebagai Bahan Rekayasa*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Muslich, M. 1998. Organisme perusak dan teknologi pengawetan bambu. *Eboni* 3 (2): 46-56. Balai Penelitian Kehutanan Ujung Pandang.
- Novrianti, E. 2007. Pengaruh morfologi batang bambu terhadap efisiensi penebangan. *Info Hasil Hutan* 30 (1): 1-16. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Peeters, M. 2010. Menyusuri Ladang Ilmiah Bambu <http://bamboeindonesia.wordpress.com/marc-peeters/>, Diakses tanggal 24 Juni 2014.
- Putri, D., & Masdar, A. (2016, December). Tinjauan kekuatan ranting bambu ori sebagai konektor pada sambungan struktur kuda-kuda bambu. In *FORUM MEKANIKA* (Vol. 5, No. 2, pp. 61-69).
- SARI, M. W. E., & ADHISAKSANA, J. KOMPARASI PENGGUNAAN MATERIAL BAMBU DALAM STRUKTUR 'FORM-ACTIVE'DAN 'SEMI-FORM-ACTIVE'PADA BANGUNAN LENGKUNG BENTANG LEBAR.
- Surjokusumo S & N Nugroho. (1994). *Strategi Penelitian Bambu Indonesia. Pemanfaatan Bambu sebagai Bahan Bangunan*.
- Widjaja, W. S. (1999). Bambu Merupakan Element Structure yang Sangat Potensial dan Murah Pada Saat Krisis Ekonomi. In *Pranata*. Semarang: UNIKA.
- Yap, K. F. (1967). *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*. Bandung: Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.