

PEMANFAATAN LAMINASI BAMBU PETUNG UNTUK BAHAN BANGUNAN

UTILIZATION OF PETUNG BAMBOO LAMINATION FOR BUILDING MATERIALS

Agus Priyanto¹, Iskandar Yasin²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik^{1,2}

Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa^{1,2}

aguspri2019@gmail.com¹

Abstract

Bamboo is a fast growing plant. For wood with high durability, it takes time from planting seedlings to be ready for harvest is 30-40 years and even then after felling it must be planted again then the bamboo takes up to 4-5 years to be ready for harvesting and every year can be cut down continuously without need to plant again. With the use of lamination technology, bamboo blades can be used to make blocks of various sizes and various shapes. Lamination can make the strength of the Petung bamboo far higher than solid wood beams. Tests carried out by physical and mechanical tests as well as the Petung bamboo laminate sliding block test. In testing physical and mechanical properties based on ISO 1975 regulations. Testing the physical properties of the Petung bamboo includes a wood density test and a moisture content test. The mechanical properties of the Petung bamboo test include fiber parallel compressive strength test, fiber perpendicular compressive strength test, tensile strength test, shear strength test and flexural strength test. The Petung bamboo laminate shear block test to determine the strength of the lamination has a variation of 30 MDGL, 40 MDGL and 50 MDGL slurry adhesives with each of the 3 shear test replications. Petung bamboo density obtained an average of 0.63 t / m³ and the average water content of Petung bamboo was 12.83%. The average compressive strength of fibers is 26.85 MPa and the compressive strength of fibers is 9.62 MPa. The average tensile strength of Petung bamboo is 226.39 MPa and the average shear strength of Petung bamboo is 7.88 MPa. In the flexural strength testing of the Petung bamboo it averaged 95.08 MPa. Testing the Petung bamboo laminate sliding block for 30 / MDGL obtained an average of 1,105 kg / mm². In the shear block 40 / MDGL obtained an average shear strength of 1.133 kg / mm². For the 50 / MDGL laminate shear block an average shear strength of 1,427 kg / mm² was obtained.

Keywords: Bamboo petung, Laminated, Shear strength.

Abstrak

Bambu adalah salah satu tanaman yang cepat tumbuh. Jika untuk kayu dengan kelas awet yang tinggi membutuhkan waktu dari penanaman bibit hingga siap dipanen adalah 30 – 40 tahun dan itupun setelah ditebang maka harus ditanam bibit lagi maka bambu cukup memakan waktu hingga 4 – 5 tahun untuk siap dipanen dan tiap tahun bisa ditebang terus tanpa perlu menanam lagi. Dengan pemanfaatan teknologi laminasi maka bulat-bilah bambu dapat dimanfaatkan untuk dijadikan balok dengan berbagai ukuran dan berbagai bentuk. Laminasi dapat membuat kekuatan bambu Petung jauh lebih tinggi dibanding balok kayu solid.

Pengujian dilakukan dengan uji fisik dan mekanik serta uji blok geser laminasi bambu Petung. Pada pengujian sifat fisik dan mekanik berdasarkan pada peraturan ISO 1975. Pengujian sifat fisik bambu Petung meliputi uji kerapatan kayu dan uji kadar air. Pengujian sifat mekanik bambu Petung meliputi uji kuat tekan sejajar serat, uji kuat tekan tegak lurus serat, uji kuat tarik, uji kuat geser dan uji kuat lentur. Pengujian blok geser laminasi bambu Petung untuk mengetahui kuat laminasinya mempunyai variasi perekat labur 30 MDGL, 40 MDGL dan 50 MDGL dengan masing-masing 3 ulangan pengujian geser.

Kerapatan bambu Petung diperoleh rata-rata sebesar 0,63 t/m³ dan kadar air rata-rata bambu Petung sebesar 12,83 %. Kuat tekan sejajar serat rata-rata sebesar 26,85 MPa dan kuat tekan tegak lurus serat rata-rata sebesar 9,62 MPa. Kuat tarik bambu Petung rata-rata sebesar 226,39 MPa dan kuat geser rata-rata bambu Petung sebesar 7,88 MPa. Pada pengujian kuat lentur bambu Petung rata-rata sebesar 95,08 MPa. Pengujian blok geser laminasi bambu Petung untuk 30/MDGL diperoleh rata-rata sebesar 1,105 kg/mm². Pada blok geser 40/MDGL diperoleh kuat geser rata-rata sebesar 1,133 kg/mm². Untuk blok geser laminasi 50/MDGL diperoleh kuat geser rata-rata sebesar 1,427 kg/mm².

Kata kunci: Bambu petung, Laminasi, Kuat geser.

PENDAHULUAN

Bambu merupakan bahan bangunan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan pemakaiannya pada konstruksi bangunan. Dilihat dari segi ekonomi bambu sangat menguntungkan karena harganya yang murah dan mudah di dapat sedangkan dari segi konstruksi bambu mempunyai kekuatan yang cukup baik (Masdar, 2006). Dengan menjadikan bambu sebagai bahan alternatif pengganti kayu maka dapat mencegah penebangan kayu yang berlebihan sehingga kelestarian hutan dapat terjaga. Kelebihan penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi yaitu bambu merupakan bahan bangunan yang dapat diperbarui, masa konstruksi sangat singkat, biaya konstruksi murah dan tidak memerlukan peralatan yang modern. Keunggulan lain dari bambu ini yaitu ringan dan mempunyai kelenturan yang cukup tinggi sehingga bambu sangat baik digunakan untuk bangunan tahan gempa.

Bambu sebagai bahan konstruksi dapat digunakan sebagai bangunan rumah termasuk tiang, balok, partisi dan kuda-kuda, jembatan maupun sebagai penyangga. Penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi kurang memasyarakat karena sosialisasi tentang penggunaan, keunggulan dan cara mengkonstruksi bangunan bambu jarang dilakukan. Kekuatan sebuah konstruksi bambu sangat dipengaruhi oleh kekuatan sambungannya.

Upaya peningkatan kekuatan sambungan telah dilakukan oleh Morisco dan Mardjono (1995,1997) dengan menambahkan mortar semen dan kayu sebagai pengisi pada rongga bambu sekitar sambungan. Alat sambung yang digunakan adalah pelat buhul dan baut dari baja. Sambungan antar rangka yang menggunakan plat baja dan material yang berat kurang disukai karena dapat menambah berat sendiri struktur dan berdampak pada *cost*, menjadikan penggunaan konstruksi bambu ini kurang ekonomis. Sambungan tanpa plat baja lebih

disukai dan lebih ekonomis tetapi kekuatan konstruksi menjadi berkurang.

Struktur laminasi atau *glulam* (*glue laminated timber*) atau konstruksi kayu berlapis majemuk diperkenalkan di Eropa pada akhir abad ke-19, berupa lapisan-lapisan kayu papan gergajian (*lumpers*) yang direkatkan dengan bahan resin dengan semua lapisan seratnya sejajar pada arah memanjang (Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1961; Breyer, 1999; Somayaji, 1995: 236-240).

Pembuatan struktur *glulam* dimulai di Jerman pada tahun 1906 menggunakan perekat *casein*, kemudian di Switzerland dan Scandinavia, namun produksi balok *glulam* dalam skala besar baru dimulai di Amerika sebelum perang dunia II seiring berkembangnya teknologi pembuatan resin sintesis (Tsoumis, 1991 dalam Fakhri, 2001: 8). Didukung oleh penelitian Falk dan Colling (1995), bahwa karakteristik penting balok *glulam* adalah menghasilkan kekuatan yang melebihi dibanding kayu solid, serta deformasi yang terjadi lebih kecil.

Hasil penelitian Bohannon dan Moody (1973), menghasilkan bahwa pada tampang suatu balok laminasi yang mempunyai cacat kurang dari 60 persen, kekuatannya dibandingkan kayu tanpa cacat tidak berbeda secara signifikan, sedang untuk lapisan-lapisan bagian atas dan bawah penampang balok yang kurang dari 20 persen cacatnya tidak perlu memakai lapisan kayu yang bebas cacat untuk memperoleh rasio kekuatan 100 persen.

Bila bambu dimanfaatkan sebagai balok laminasi, maka diharapkan dapat menghemat penggunaan kayu kualitas tinggi dan biaya yang dikeluarkan lebih murah. Namun karakteristik mekanik balok laminasi dengan bambu pada *joint* (lapisan atas dan lapisan bawah balok) belum banyak diketahui. Teknologi laminasi ini bermanfaat juga bagi kelestarian hutan. Selain ramah lingkungan, teknologi ini

juga dapat menekan sekecil mungkin penebangan hutan.



Gambar 1. Balok Profile dari Bambu Laminasi



Gambar 2. Lantai dari Bambu Laminasi dan Pembuatan Bambu Laminasi dari Bilah-bilah Bambu



Gambar 3. Balok Bambu Laminasi dan Meja dari Bambu Laminasi

1. Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*)

Bambu dengan nama botani *Dendrocalamus asper* (Schult. F.) *BackerexHeyne* di Indonesia dikenal dengan nama Petung. Di berbagai daerah, bambu yang termasuk jenis ini dikenal dengan nama: buluh Petong, buluh Swanggi, bambu Batueng, Betong, bulo Lotung, awi Bitung, jajang Betung, pring Petung, pereng Petung, tiing Petung, au Petung, bulo Patung, dan awo Petung (Morisco, 1999: 2).

Bambu jenis ini mempunyai rumpun agak rapat, dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 2000 meter di atas permukaan air laut. Pertumbuhan cukup baik khususnya untuk daerah yang tidak terlalu kering. Warna kulit batang hijau kekuning-kuningan. Batang dapat mencapai panjang 10 meter sampai 14 meter, panjang ruas berkisar antara 40 cm sampai 60 cm, dengan diameter 6 cm sampai 15 cm, tebal dinding 10 mm sampai 15 mm (Morisco, 1999: 2). Untuk bambu Petung yang mulai dewasa pada buku-bukunya tumbuh semacam akar-akar pendek yang menggerombol. Karena mempunyai ketebalan yang relatif besar bambu Petung ini banyak dimanfaatkan untuk bahan-bahan konstruksi. Bambu Petung banyak dipakai sebagai bahan bangunan, perahu, kursi, dipan, saluran air, penampung air aren hasil sadapan,

dinding (gedeg), dan berbagai jenis kerajinan. Rebung bambu petung terkenal paling enak (Morisco, 1999 : 2). Jenis bambu ini sering digunakan pula untuk perancah pada konstruksi bangunan bertingkat dengan plat beton sebagai lantainya. Berikut ini adalah tabel mengenai kuat tarik dan kuat tekan bambu petung.

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut adalah berbagai kekuatan bambu hasil penelitian yang dilakukan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1961.

Tabel 1. Kuat batas dan tegangan ijin bambu

Macam tegangan	Kuat batas (kg/cm ²)	Tegangan ijin (kg/cm ²)
Tarik	981-3920	294,2
Lentur	686-2940	98,07
Tekan	245-981	78,45
E tarik	98070-294200	196,1 x 10 ³

Tabel 2. Hasil pengujian 3 spesies bambu, *Gigantochloa apus* Kurz, *Gigantochloa Verticillata* Munro, dan *Dendrocalamus asper* Backer

Sifat	Kisaran	Jumlah Spesimen
	1180-2750	
Kuat tarik	kg/cm ²	
Kuat lentur	785-1960	
Kuat tekan	4999-588	234
E tarik	kg/cm ²	234
E tekan	87280-313810	234
Batas regangan	kg/cm ²	54
tarik	55900-211820	54
Berat jenis	kg/cm ²	132
Kadar lengas	0,0037-0,0244	117
	0,67-0,72	
	10,04-10,81 %	

2. Perekatan Kayu

Penelitian yang lebih terinci mengenai perekat buatan di laboratorium dimulai pada sekitar awal abad ke-20 atau akhir abad ke-19 dengan hasil secara teknis dapat diterima dalam penggunaannya tetapi secara ekonomis masih belum memungkinkan sebab industri besar penggergajian baja belum begitu mantap, sehingga pembuatan alat-alat kempa panas untuk kelengkapan alat-alat penggunaan perekat buatan ini dalam praktek memperjelek situasi untuk memproduksi perekat tersebut.

Pada tahun 1937, urea formaldehida diperkenalkan sebagai perekat buatan yang mampu memproduksi kekuatan rekat jauh lebih baik dari perekat binatang ataupun tumbuh-tumbuhan tetapi hanya sedikit saja di bawah Tego-film-PF. Perekat UF ini hanya memerlukan sedikit pemanasan lebih rendah daripada yang diperlukan untuk Tego-film ditambah kemungkinan permintaan kadar air dari bahan direkat yang jauh lebih tinggi daripada yang diminta oleh Tego-film membuat perekat UF ini menjadi pilihan kedua saat itu. Pemakaian perekat ini dapat menurunkan biaya produksi lagi karena turunnya biaya pengeringan kayu yang direkat dan steam/uap air yang dibutuhkan pada alat kempa panas.

Keberhasilan bahan lain sebagai katalisator (seperti garam-garam dari asam kuat) perekat UF yang diselidiki oleh Pollak (1925-1927) berhasil mempercepat tersebarnya perekat ini dalam perekatan kayu sehingga pada tahun 1928 perekat jenis ini telah diproduksi secara komersial untuk perekatan langsung kayu (moulding). Satu tahun setelah pemakaian perekat UF pada kegiatan perekat lengkung diatas sebuah perusahaan di Jerman IG. Farben Industries AG memperoleh patent penggunaan UF pada kayu lapis, dimana perekatnya dikeraskan dengan menggunakan asam. Pemakaian perekat

UF untuk membantu mengolah kayu ini ternyata tidak dapat dilaksanakan secara baik dalam praktek sebab keteguhan rekat yang cukup rendah bila dibandingkan dengan phenol formaldehida dan belum berkembangnya sistem pengempaan panas yang merupakan syarat dari penggunaan perekat UF ini. Oleh sebab itu, walaupun perekat UF mulai diproduksi secara besar-besaran, tetapi permintaan atas perekat tetap sedikit.

Perekat UF yang terjual dipasaran biasanya dalam bentuk larutan/cairan sebab bentuk perekalain seperti tepung/bubuk, maupun film kering mempunyai kerugian-kerugian yang lebih banyak daripada bentuk cairan. Perekat UF tepung bersifat tidak stabil dalam penyimpanannya sebab sangat terpengaruh keadaan luar. Untuk mengurangi pengaruh luar ini, perekat UF tepung harus disimpan pada tempat-tempat yang mempunyai pengatur suhu dan kelembaban seperti rumah-rumah kiln atau ruangan berpendingin. Walaupun begitu, perekat UF bentuk-bentuk tertentu dan khusus tetap diproduksi untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan khusus pula.

Perekat buatan ini termasuk tipe matang panas (thermosetting) yang berarti akan mengeras dan matang setelah dikenai panas dan atau tekanan berikutnya. Seperti yang disebut di muka, perekat-perekat matang panas sangat afisien dalam penggunaan waktu pengerasan dan pematangannya sebab mereka mampu diambil dari alat kempa panas selagi suhu plat-plat alat kempa masih relative tinggi dan kemudian mampu melanjutkan proses pematangannya dengan menggunakan panas sisa (residual heat) apabila mereka berada dalam suatu tumpukan. Kemampuan ini disebut sebagai pasca pengerasan mandiri.

Seperti yang disebut dan diuraikan pada pembuatan perekat UF, perekat jenis ini bisa dikerskan dan

matangkan pada suhu kamar, yang berarti tidak memerlukan instalasi pengempaan panas. Perbedaan antara pengerasan dan pematangan perekat UF pada kedua suhu ini yaitu: suhu di atas $\pm 100^{\circ}$ c dan suhu $\pm 30^{\circ}$ c adalah bahwa pada suhu yang pertama pengerasan dan pematangannya hanya memerlukan waktu yang relative singkat, dalam beberapa menit, sedangkan pada suhu yang kedua, pengerasan dan pematangannya memerlukan waktu yang relative lama dalam beberapa jam.

Perekat urea memerlukan tekanan untuk pematangannya seperti pada phenol fomaldehida. Besarnya tekanan spesifik ini sdihitung berdasarkan susunan gabungan perekatan, dimana bagian dari gabungan yang terlemah merupakan titik atau garis kritis dari gabungan tersebut.

3. Teknik Perekatan

Perekat yang telah dilaburkan pada permukaan bahan yang direkat akan mengeras cara yang kompleks. Pengerasan perekat sintetik seperti urea formaldehida dan lain sebagainya melalui polimerisasi menuju tingkat resite atau polimer silangnya. Sebelum perekat mengeras, harus diusahakan agar perekat yang dilaburkan mampu membuat garis perekat yang bersambungan (kontinyu) dan pejal (solid). Oleh karena cara-cara pelaburan perekat dalam praktek yaitu dalam alur perekat (glue bead), maka diperlukan langkah-langkah pengerasan perekat dan pembentukan garis perekat yang kontinyu dalam urutan : flow (aliran sisi atau samping), transfer (perpindahan dari sisi terlabur ke sisi tak terlabur), penetration (masuknya bahan perekat ke dalam bahan yang direkat), wetting (pembasahan kayu oleh pelarut perekat agar tidak kehilangan kontak antara perekat dengan bahan yang direkat), solidifikasi (pengerasan perekat menurut cara pengerasannya).

Marra (1992) dalam Prayitno (1996) menyebutkan bahwa proses pelaburan perekat sampai pengerasan ditentukan oleh pergerakan perekat (motion is the essence of bond formation).

Seringkali lima langkah yang diuraikan tersebut tidak selalu diikuti oleh kegiatan perekatan karena perubahan atau penyimpangan cara pelaburan perekat seperti pada pelaburan perekat system pelaburan ganda/dobel (MDGL). Proses perekatan di laboratorium tetap mengikuti lima langkah ini, meskipun meleburkan perekat dengan kuas atau skap yang diberi alur. Oleh sebab itu lima langkah ini harus dipandang sebagai perekatan analitik dengan tingkat keberhasilan yang tidak bergantung.

Bahan perekat di Indonesia ataupun di Negara-negara produsen perekat, beberapa perekat yang populer dan sering digunakan diantaranya, yaitu phenol, resorsinol, urea, melamin, dan lain sebagainya. Bahan tersebut kemudian direaksikan dengan formaldehida atau bahan kimia yang mengandung gugus aldehida untuk diperoleh jenis perekat sintetis berbasis methylol.

Di dalam pabrik perekatan kayu seperti kayu lapis dan pabrik papan komposit yang lain, persiapan dan pembuatan adonan larutan perekat dilakukan pada tempat yang terpisah dari bagian proses perekatan. Bagian pembuatan adonan perekat atau persiapan bahan lainnya dilakukan pada tempat yang lebih tinggi daripada tempat pelaburan perekat. Sedangkan di laboratorium perekatan, pembuatannya dikerjakan dalam suatu wadah campuran bersama-sama dengan pengaduknya baik yang berupa pengaduk mekanis maupun pengaduk yang dijalankan dengan listrik (elektrik).

diusahakan agar perekat yang dilaburkan mampu membuat garis

perekat yang bersambungan (kontinyu) dan pejal (solid). Oleh karena cara-cara pelaburan perekat dalam praktek yaitu dalam alur perekat (glue bead), maka diperlukan langkah-langkah pengerasan perekat dan pembentukan garis perekat yang kontinyu dalam urutan flow (aliran sisi atau samping), transfer (perpindahan dari sisi terlabur ke sisi tak terlabur), penetration (masuknya bahan perekat ke dalam bahan yang direkat), wetting (pembasahan kayu oleh pelarut perekat agar tidak kehilangan kontak antara perekat dengan bahan yang direkat), solidifikasi (pengerasan perekat menurut cara pengerasannya). Marra (1992) dalam Prayitno (1996) menyebutkan bahwa proses pelaburan perekat sampai pengerasan ditentukan oleh pergerakan perekat (motion is the essence of bond formation).

Seringkali lima langkah yang diuraikan tersebut tidak selalu diikuti oleh kegiatan perekatan karena perubahan atau penyimpangan cara pelaburan perekat seperti pada pelaburan perekat system pelaburan ganda/dobel (MDGL). Proses perekatan di laboratorium tetap mengikuti lima langkah ini, meskipun meleburkan perekat dengan kuas atau skap yang diberi alur. Oleh sebab itu lima langkah ini harus dipandang sebagai perekatan analitik dengan tingkat keberhasilan yang tidak bergantung. Perekatan berfungsi sebagai penggabung antara dua substrat yang akan direkat. Kualitas penggabungan biasanya mampu jauh melebihi daya kohesi kayu (substrat) bila cara-cara perekatan diikuti sesuai dengan prosedur yang telah dikeluarkan oleh pabrik-pabrik pembuat perekat ataupun petunjuk-petunjuk yang dikeluarkan oleh lembaga-lembaga riset perekat dan teknik-teknik perekatan.

Bahan perekat di Indonesia ataupun di Negara-negara produsen perekat, beberapa perekat yang populer dan sering digunakan diantaranya, yaitu phenol, resorsinol, urea, melamin, dan

4. Perekat Labur

labor (glue spread) sebagai sejumlah perekat yang dilaburkan per satuan luas permukaan bahan yang akan direkat. Oleh karena itu glue spread diistilahkan sebagai perekat dilaburkan, perekat labur atau perekat terlabur untuk menggambarkan jumlah perekat yang telah atau akan diberikan pada permukaan bahan yang direkat agar perekat mampu membuat garis perekat yang pejal dan kuat.

luas permukaan bahan yang akan direkat yang umum dipakai di Amerika Serikat dan Negara-negara yang memakai sistem perhitungan Inggris adalah seribu kaki persegi (1000 square feet) dengan memakai singkatan MSGL yang berarti seribu kaki persegi dari luasan suati garis perekat. Jumlah perekat yang dilaburkan per satuan luas yang dimaksud di atas dinyatakan dalam berat pound (lbs) sehingga perekat dilaburkan akan mempunyai satuan atau unit pound per MSGL. Untuk pelabur dua sisi disebut dengan MDGL yang artinya seribu kaki persegi untuk dua (double) sisi terlabur dari garis perekat atau disebut pula dengan double spread. MDGL mempunyai keunggulan tertentu dibandingkan MSGL. Kedua satuan pelaburan perekat di dalam laboratorium perekatan masih diuraikan atau dikonversikan kembali menjadi satuan yang lebih sederhana yang disebut GPU (gram pick up).

Perbedaan MSGL dan MDGL terletak pada cara pelaburan perekat pada permukaan bahan yang akan direkat. Pada MSGL, perekat dilaburkan hanya satu permukaan dari dua permukaan bahan yang akan direkatkan. Pada MDGL, perekat dilaburkan pada kedua permukaan dari dua bahan yang akan direkat.

Dengan meninjau teori perekatan, maka kedua cara perekatan di atas memberikan hasil yang berbeda. Pada cara MSGL menggambarkan

bahwa perekat akan mengalami lima langkah-langkah pematangan perekat seperti flowing, transferring, wetting, penetration, dan solidification. Untuk cara MDGL menunjukkan bahwa beberapa langkah tidak terjadi (tidak diharapkan), seperti flowing dan transferring, karena kedua permukaan bahan yang akan direkat telah ada perekatnya. Hal ini yang menyebabkan kualitas perekatan menjadi berbeda diantara kedua cara tersebut. Untuk penggunaan satuan MDGL, diperlukan perekat tambahan sebanyak 10% dari penggunaan satuan MSGL, dimana hal ini untuk mengatasi kehilangan perekat selama pelaburan dua sisi.

5. Pengempaan

Pengempaan pada produk laminasi atau rakitan perekatan bertujuan untuk menempelkan lebih rapat (*bringing into a close contact*) sehingga garis perekat dapat terbentuk merata dan sepejal mungkin dengan ketebalan yang setipis mungkin (Selbo, 1975 dalam Prayitno, 1996). Oleh karenanya penekanan/pengempaan rakitan yang cukup kuat dan seragam serta homogen pada semua permukaan bahan yang direkat sangat penting dan diharuskan. Pengempaan ini pula menyebabkan penekanan pada perekat agar mengalir (flow) atau meresap ke dalam bahan yang direkat (penetration) dengan meninggalkan sebagian perekat yang tetap berada di permukaan bahan direkat dalam bentuk film perekat yang kontinyu dan dilanjutkan dengan proses pengerasan perekat untuk menahan ikatan permukaan agar tetap kuat.

METODE PENELITIAN

1. Bambu Petung

Bambu Petung didapatkan di daerah Cebongan kecamatan Mlati kabupaten Sleman. Bambu ini dibeli langsung ke pedagang bambu setempat berupa lonjoran bambu. Pada waktu pembelian kadar air bamboo Petung langsung ditest dengan alat Moisture

Content dan menunjukkan angka kadar air 19 %.



Gambar 4. Pengolahan Bambu Petung Menjadi Bilah-bilah

2. Bahan Perekat

Bahan perekat didapat dari PT. Pamolite Adhesive Industry (PAI), Probolinggo, Jawa Timur berupa perekat *urea formaldehyde* dengan merek dagang UA-104 berupa perekat cair, berwarna putih agak kental mendekati susu, spesifikasi UA-104 dapat dilihat pada lampiran. Bahan perekat ini adalah jenis *setting* dingin atau yang mengeras pada suhu ruang. UA-104 disimpan ditempat yang sejuk karena untuk meminimalisir kenaikan viskositas (kekentalan).

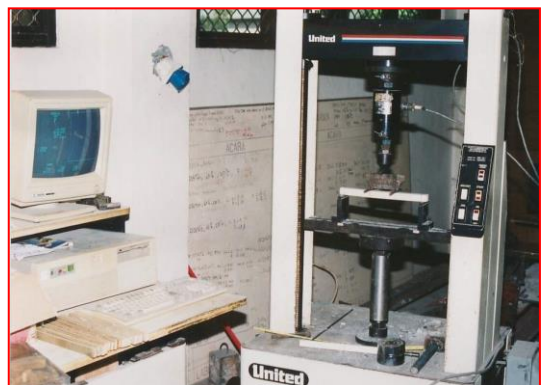
Bahan pengeras yang digunakan dalam perekat UA-104 adalah jenis asam NH_4Cl berbentuk bubuk, diperoleh dari PT. PAI, Probolinggo, Jawa Timur, dengan kode HU-12. Bahan pengeras ini akan mempercepat proses perekatan pada struktur yang direkat. Bahan pengisi yang digunakan adalah tepung terigu yang didapat dari toko-toko umum.



Gambar 5. Jenis Perekat

3. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pengamatan dan pengukuran sifat-sifat fisik dan sifat mekanik bambu sebagai berikut.



Gambar 6. Circular Saw dan Universal Testing Mechne Lab. PAU UGM

4. Pengujian Sifat Mekanik Bambu Petung

Pengujian sifat mekanika bambu mengikuti standar pengujian ISO 1975. Pengujian meliputi uji tarik, uji tekan sejajar serat dan tegak lurus serat, uji lentur (MOR dan MOE) dan uji geser bambu. Dimensi benda uji terlebih dahulu diukur dengan menggunakan alat kaliper dengan ketelitian 0,05 mm. Pengukuran dimensi (panjang, lebar dan tebal) ini bertujuan untuk mendapatkan data-data ukuran luas maupun volume benda uji yang ditinjau terhadap macam pengujian.

Pengujian lentur dilaksanakan dengan mengukur dimensi benda uji pada tengah penampang memanjangnya (posisi lebar pada bidang radial dan

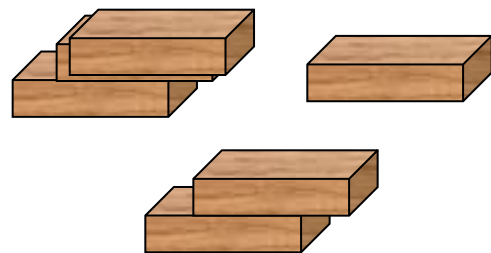
tinggi pada bidang tangensial). Jarak antar tumpuan (sendi-rol) dibuat sebesar 280 mm (syarat 12 sampai 16 kali tinggi benda uji). Pembebanan lentur dilakukan satu titik dan dua titik simetri panjang bentang. Hasil pengujian untuk mengetahui besar kekuatan lentur (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) bambu. Hasil pengujian mekanika bambu diperoleh data-data beban maksimum, beban runtuh dan lendutan.

5. Pembuatan Blok Geser Laminasi

Dimensi pada uji blok geser laminasi disesuaikan dengan standar ISO 1975 yakni panjang 30 cm, lebar 4 cm dan tebal 4 cm. Jumlah perekat terlabur ditimbang sesuai dengan kebutuhan untuk tiap satu garis perekat pada dua bidang permukaan terlabur (MDGL). Perbandingan campuran dibuat sesuai dengan data yang direkomendasikan dari pabrik perekat (PT.PAI) yakni 150 : 25 : 0,5 (resin UA-104 : *extender* : *hardener*). Setelah resin UA-104, tepung terigu dan *hardener* (HU-12) ditimbang sesuai dengan kebutuhan tiap permukaan luas penampang kemudian diaduk dalam wadah gelas. Adukan dilakukan dengan kecepatan konstan sampai tidak ada gumpalan antara UA-104 dengan tepung

terigu. Setelah benar-benar tercampur baru *hardener* dimasukkan secara hati-hati kemudian diaduk. Adukan dilakukan secara konstan hingga *hardener* larut tercampur merata dalam adonan perekat.

Proses pelaburan dilakukan dengan meratakan bahan perekat pada permukaan lamina bambu yang akan direkat dengan menggunakan alat pelat baja tipis (*scrap*). Selanjutnya dilaksanakan pengempaan dengan bagian bawah dan bagian atasnya diberi alat klem-U dari baja. Tekanan kempa sebesar 1 MPa dengan menggunakan alat hidrolik. Pengempaan dilaksanakan selama 3 jam. Setelah klem baja dilepaskan dan benda uji sesudah dibiarkan selama 24 jam, lalu dipotong menjadi benda uji blok geser laminasi seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Benda Uji Blok Geser Laminasi

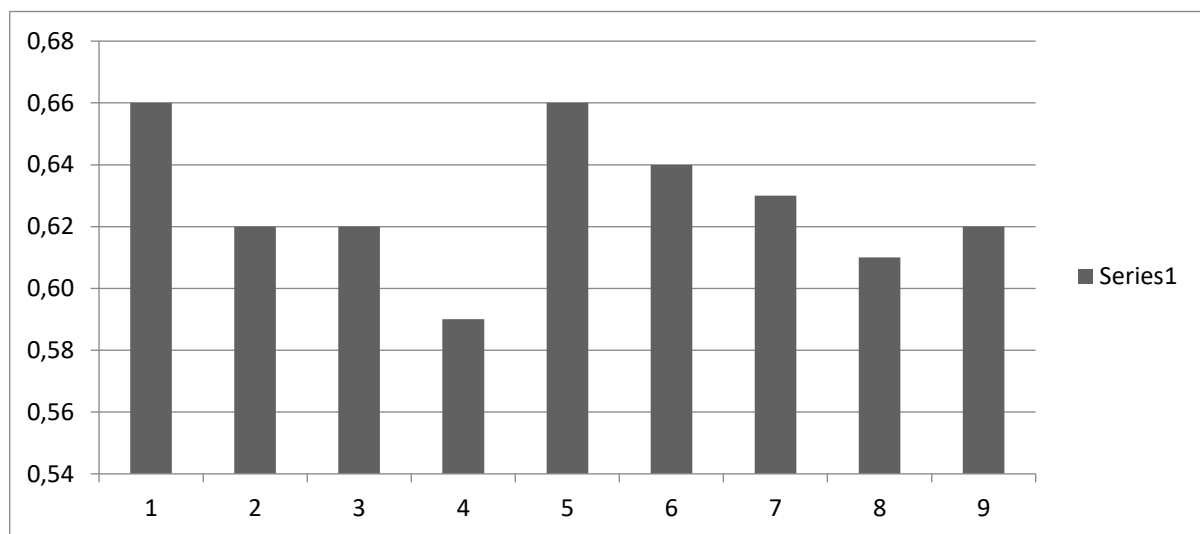
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Kerapatan Bambu Petung

Pada pengujian kerapatan bambu Petung ini kadar air pada alat moisture content rata-rata menunjukkan angka 13. Dari hasil pengujian yang melibatkan 9 buah benda uji didapatkan nilai terbesar untuk kerapatan bambu Petung adalah $0,66 \text{ t/m}^3$ pada kode benda uji BA-22 sedangkan nilai kerapatan terendah adalah $0,59 \text{ t/m}^3$ pada kode benda uji BA-21 sedangkan rata-rata total kerapatan bambu Petung adalah $0,63 \text{ t/m}^3$.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kerapatan Bambu Petung

No.	Kode Benda Uji	Penampang (mm)			Volume mm ³			Berat (gram)	Keterangan (t/m ³)	
		Lebar	Tinggi	Panjang	Ukur	Celup	Rata-rata		Hasil	Rata-rata
1	BA-11	20	19	20	7600	10,000.00	8,800.00	5.65	0.66	
2	BA-12	20	20	21	8421	10,000.00	9,210.50	5.85	0.62	0.63
3	BA-13	20	21	21	8820	10,000.00	9,410.00	6.14	0.62	
4	BA-21	21	19	21	8379	10,000.00	9,189.50	5.62	0.59	
5	BA-22	20	19	19	7220	10,000.00	8,610.00	5.41	0.66	0.63
6	BA-23	21	19	20	7980	10,000.00	8,990.00	5.77	0.64	
7	BA-31	21	20	20	8413	10,000.00	9,206.30	5.93	0.63	
8	BA-32	21	21	21	9261	10,000.00	9,630.50	6.32	0.61	0.62
9	BA-33	21	19	20	7980	10,000.00	8,990.00	5.59	0.62	



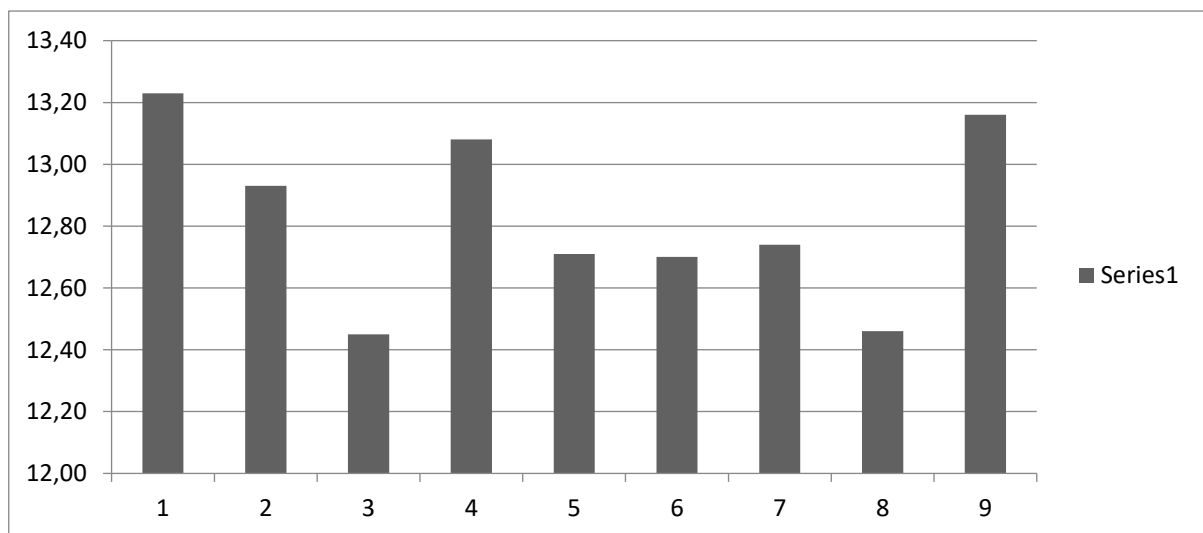
Gambar 8. Grafik Kerapatan Bambu Petung

2. Pengujian Kadar Air Bambu Petung

Kadar air terendah pada benda uji yang terdiri dari total 9 buah benda uji adalah 12,46 % dengan kode benda uji BA-32 dan kadar air tertinggi adalah 13,23 % dengan kode benda uji BA-11 sedangkan rata-rata kadar air bambu Petung adalah 12,83 %.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Air Bambu Petung

No.	Kode Benda Uji	Penampang (mm)			Volume (mm ³)	Berat (gram)		Kadar Air (%)		
		Lebar	Tinggi	Panjang		Awal	Akhir	Hasil Uji	Rata-rata	Alat MC
1	BA-11	20	19	20	7,600	5.65	4.99	13.23		13
2	BA-12	20	20	21	8,421	5.85	5.18	12.93	12.87	12
3	BA-13	20	21	21	8,820	6.14	5.46	12.45		11
4	BA-21	21	19	21	8,379	5.62	4.97	13.08		12
5	BA-22	20	19	19	7,220	5.41	4.80	12.71	12.83	12
6	BA-23	21	19	20	7,980	5.77	5.12	12.70		12
7	BA-31	21	20	20	8,413	5.93	5.26	12.74		13
8	BA-32	21	21	21	9,261	6.32	5.62	12.46	12.79	12
9	BA-33	21	19	20	7,980	5.59	4.94	13.16		11



Gambar 9. Grafik Kadar Air Bambu Petung

3. Pengujian Kuat Tekan Sejajar dan Tegak Lurus Serat Bambu Petung

Pengujian kuat tekan bambu Petung dibedakan menjadi dua macam pengujian yaitu pengujian kuat tekan sejajar serat dan pengujian kuat tekan tegak lurus serat. Pada pengujian kuat tekan sejajar serat nilai tertinggi adalah 27,67 MPa dengan kode benda uji BP-TS-1 dan nilai terendah adalah 25,63 MPa dengan kode benda uji BP-TS-3 sedangkan rata-rata kuat tekan sejajar serat rata-rata adalah 26,85 MPa.

Kuat tekan tegak lurus serat nilai tertinggi adalah 10,08 MPa pada kode benda uji BP-TTL-1 dan terendah pada nilai 9,04 MPa pada kode benda uji BP-TTL-2 sedangkan rata-rata kuat tekan tegak lurus serat adalah 9,62 MPa.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bambu Petung

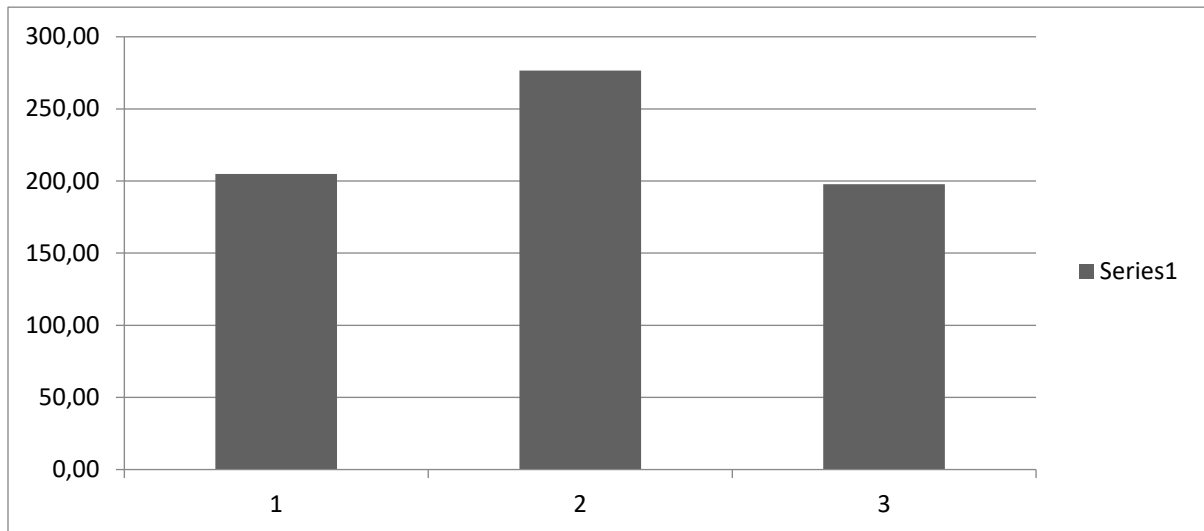
No.	Benda		Ukuran Penampang			Luas	Beban Maksimum		Kuat Tekan (Mpa)	
	Uji	Lebar	Tinggi	Panjang	(mm ²)	Kg	Newton	Hasil	Rata-rata	
Tekan Sejajar Serat										
1	BP-TS-1	19.50	19.70	60.20	384.15	1546.27	15,153.44	27.67		
2	BP-TS-2	19.50	19.60	60.00	382.20	1377.00	13,494.60	27.24	26.85	
3	BP-TS-3	19.40	19.70	60.10	382.18	1451.77	14,227.34	25.63		
Tekan Tegak Lurus Serat										
1	BP-TTL-1	20.00	19.00	270.00	380.00	2178.57	21349.98	10.08		
2	BP-TTL-2	19.80	20.00	270.00	396.00	2431.04	23824.19	9.04	9.62	
3	BP-TTL-3	20.50	20.70	270.00	424.35	1502.65	14725.97	9.75		

4. Pengujian Kuat Tarik Bambu Petung

Pengujian kuat tarik bambu Petung diperoleh nilai tertinggi adalah 276,55 MPa pada kode benda uji Tarik-2 dan nilai terendah adalah 197,81 MPa pada kode benda uji Tarik-3 sedangkan nilai rata-rata kuat tarik bambu Petung adalah 226,39 MPa.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu Petung

No.	Benda		Ukuran Penampang			Luas	Kuat Tarik (Mpa)	
	Uji	Lebar	Tinggi	Panjang	(mm ²)	Hasil	Rata-rata	
1	B-Trk-1	20.83	20.94	270.74	436.18	204.82		
2	B-Trk-2	16.27	28.22	271.14	459.14	276.55	226.39	
3	B-Trk-3	22.48	20.18	271.21	453.65	197.81		



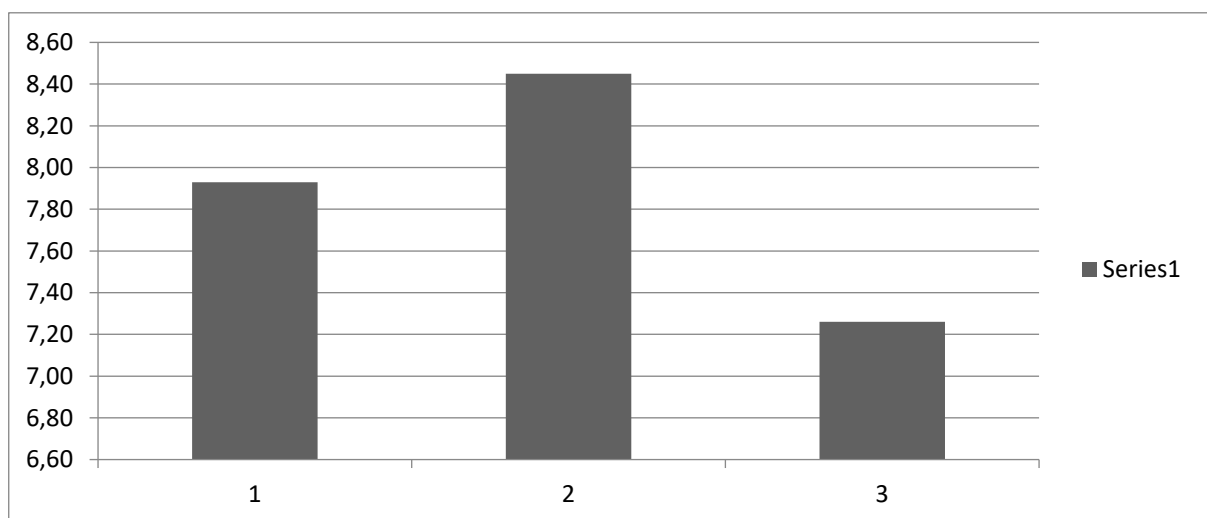
Gambar 10. Grafik Kuat Tarik Bambu Petung

5. Pengujian Kuat Geser Bambu Petung

Pada pengujian kuat geser bambu Petung terdiri dari 3 buah benda uji. Kuat geser tertinggi terletak pada benda uji B-GS-2 dengan nilai kuat geser 8,45 MPa dan kuat geser terendah terjadi pada benda uji B-GS-3 dengan nilai kuat geser 7,26 MPa sedangkan kuat geser rata-rata dari total seluruh benda uji adalah 7,88 MPa.

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Geser Bambu Petung

No	Benda Uji	Ukuran Penampang			Luas (mm ²)	Beban Maksimum		Kuat Geser (Mpa)	
		Lebar	Tinggi	Panjang		Kg	Newton	Hasil	Rata-rata
1	B-GS-1	19.50	18.50	270.45	360.75	292.075	2862.285	7.93	
2	B-GS-2	19.20	18.90	270.21	362.88	312.840	3065.831	8.45	7.88
3	B-GS-3	19.80	18.70	270.18	370.26	274.150	2686.669	7.26	



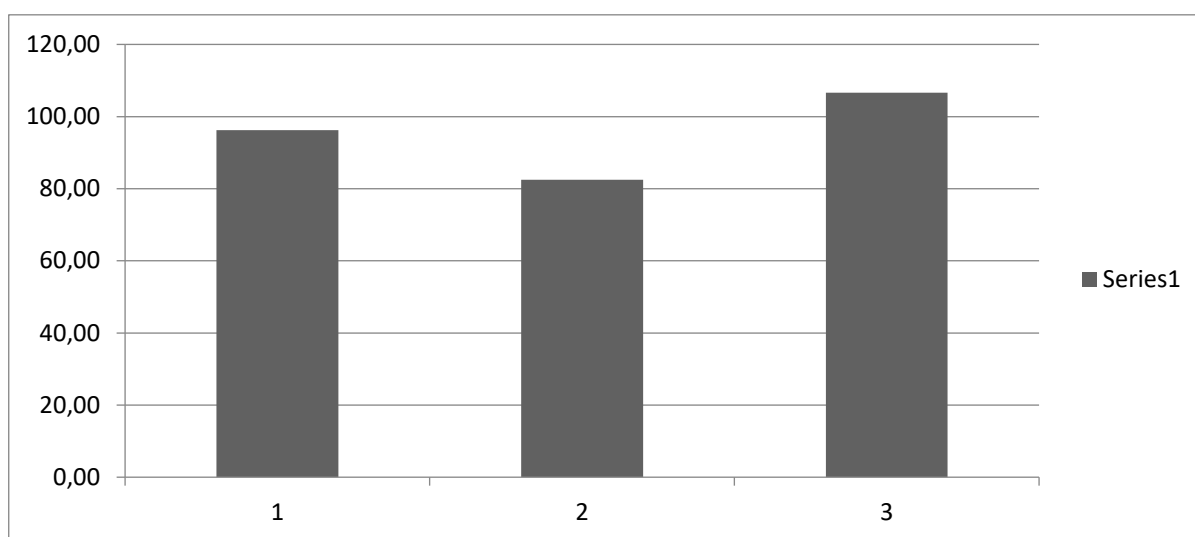
Gambar 11. Grafik Kuat Geser Bambu Petung

6. Pengujian Lentur Bambu Petung

Pengujian lentur yang telah dilakukan menunjukkan nilai tertinggi dicapai pada benda uji B-MOR-3 dengan nilai 106,61 MPa dan nilai terendah terjadi pada benda uji B-MOR-2 dengan nilai 82,44 MPa sedangkan kuat lentur rata-rata bambu Petung adalah 95,08 MPa.

Tabel 12. Hasil Pengujian Kuat Lentur Bambu Petung

No.	Benda Uji	Ukuran Penampang			Luas (mm ²)	Beban Maksimum		Kuat Lentur (Mpa)	
		Lebar	Tinggi	Panjang		Kg	Newton	Hasil	Rata-rata
1	B-MOR-1	19.50	18.50	270.27	360.75	242.610	2377.577	96.20	
2	B-MOR-2	19.20	18.90	270.18	362.88	213.660	2093.867	82.44	95.08
3	B-MOR-3	19.80	18.70	270.57	370.26	278.960	2733.807	106.61	



Gambar 12. Grafik Kuat Lentur Bambu Petung

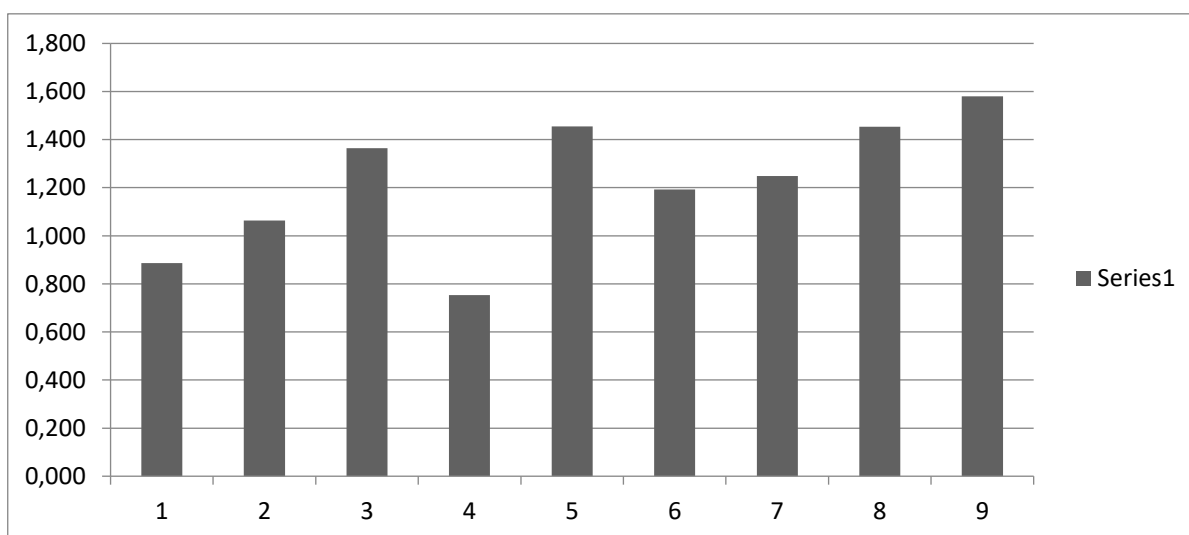
7. Pengujian Kuat Geser Blok Geser Laminasi Bambu Petung

Pengujian kuat geser Blok Geser Laminasi bambu Petung terdiri dari 3 jenis jumlah perekat terlabur (MDGL) yaitu 30/MDGL, 40/MDGL dan 50/MDGL dengan masing mempunyai 3 buah ulangan benda uji. Pada 30/MDGL untuk kuat geser terendah terjadi pada benda uji BB-3.1 dengan nilai 0,887 kg/mm² dan kuat geser tertinggi terjadi pada benda uji BB-3.3 dengan nilai kuat geser 1,365 kg/mm² sedangkan rata-rata kuat gesernya adalah 1,105 kg/mm².

Pada 40/MDGL untuk kuat geser terendah terjadi pada benda uji BB-4.1 dengan nilai 0,753 kg/mm² dan kuat geser tertinggi terjadi pada benda uji BB-4.2 dengan nilai kuat geser 1,455 kg/mm² sedangkan rata-rata kuat gesernya adalah 1,133 kg/mm². Pada 50/MDGL untuk kuat geser terendah terjadi pada benda uji BB-5.1 dengan nilai 1,248 kg/mm² dan kuat geser tertinggi terjadi pada benda uji BB-5.3 dengan nilai kuat geser 1,580 kg/mm² sedangkan rata-rata kuat gesernya adalah 1,427 kg/mm².

Tabel 13. Kuat Geser Blok Laminasi Bambu Petung

No.	Jumlah Perkat	Benda	Penampang			Beban	Kuat Geser	Kerusakan
	Terlabur	Uji	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	kg	(kg/mm ²)	(%)
1	30/MDGL	BB-3.1	20	20	400	354.635	0.887	100
		BB-3.2	21	20	420	446.538	1.063	50
		BB-3.3	20	20	400	545.971	1.365	30
2	40/MDGL	BB-4.1	20	20	400	301.154	0.753	50
		BB-4.2	20	20	400	582.058	1.455	100
		BB-4.3	20	20	400	476.913	1.192	90
3	50/MDGL	BB-5.1	20	19	380	474.317	1.248	100
		BB-5.2	20	20	400	581.798	1.454	70
		BB-5.3	20	20	400	632.163	1.580	50



Gambar 13. Grafik Hasil Pengujian Kuat Geser Blok Laminasi Bambu Petung

KESIMPULAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disarikan dari penelitian Pemanfaatan Laminasi Bambu Petung Untuk Bahan Bangunan, ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan teknologi laminasi maka beberapa bilah-bilah bamboo Petung dapat dibentuk menjadi balok-balok kayu dengan berbagai ukuran besar dan berbagai bentuk.
2. Dalam pengukuran kadar air, bambu mudah sekali berubah karena mudah menyerap kelembapan udara.
3. Kuat tekan sejajar serat pada bambu Petung jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kuat tekan tegak lurus serat.
4. Kuat geser blok geser laminasi kayu Sengon paling tinggi pada jumlah perekat labur 50 (50/MDGL)
5. Karena terdiri dari bahan-bahan yang mampu terurai di alam maka laminasi bambu Petung ini sangat ramah lingkungan.

Saran

Saran dari hasil penelitian Pemanfaatan Laminasi Bambu Petung Untuk Bahan Bangunan, ini adalah sebagai berikut :

1. Ketika pencampuran perekat labur, hendaknya dilakukan sesuai takaran dari hasil perhitungan karena jika filler terlalu kebanyakan maka proses pengeringannya lebih lama dan daya rekatnya menjadi berkurang.
2. Setelah proses pengempaan benda uji laminasi, hendaknya didiamkan terlebih dahulu kurang lebih 24 jam supaya garis perekat benar-benar menyatu dengan serat kayu Sengon.
3. Dalam proses pengolahan bambu Petung hendaknya selalu diperhatikan kadar air bambu karena bisa menyebabkan perubahan kekuatan propertisnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1984, *Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*, Direktorat

Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Anonim, 1999, *Wood Handbook – Wood as an Engineering Material*, Forest Products Society, USA.

Blass, H.J., P. Aune, B.S. Choo, R. Grolacher, D.R. Griffiths. B.O. Hilso. P. Racher, and G. Steck, (Eds), 1995. *Timber Engineering Step I*, First Edition, Centrum Hount, The Nedherlands.

Breyer, D.E., 1999, *Design of Wood Structures*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc. New York.

Cusack, V., 1997, *Bamboo Rediscovered*, Earth Garden Books, Trentham, Victoria.

Dwianto, W., dan Marsoem, S.M., 2008, *Tinjauan Hasil-hasil Penelitian Faktor-faktor Alam yang Mempengaruhi Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Indonesia*. Review of Researches on Natural Factors Affecting the Physical and Mechanical Properties of Indonesian Wood, J. Tropical Wood Science and Technology Vol. 6. No. 2. 2008.

Gere, J.M. dan Timoshenko, S.P., 1996, *Mekanika Bahan*, Edisi Kedua, Jilid 1, Alih Bahasa oleh H.J. Wospakrik, Erlangga, Jakarta.

Ghavami, K., 1988, *Application of Bamboo as Low-Cost Construction Material*, in Rio, I.V.R, Gnanaharan, R. & Shastry, C.B. IDRC, Canada.

Intang, N.S.H., dan Saputra, D.Y., 2003, *Pemanfaatan Bambu pada Balok Komposit Sengon-Bambu Dengan Teknik Laminasi Terhadap Perilaku Mekanika*, Laporan Penelitian Proyek Peningkatan Kopertis Wilayah VI, Fakultas Teknik

- Universitas Wijayakusuma,
Purwokerto.
- Intang, N.S.H., dan Sudibyoy, G.H., 2005, *Balok Komposit (Glulam) Bambu Keruing pada Lantai Beton*. Jurnal Penelitian Media Teknik Sipil, Edisi 5 No. 2, UNS, Surakarta.
- Janssen, J.J.A., 1980, *The Mechanical Properties of Bamboo Used in Cuntruction*, 173 – 188. In Lessard, G. & Chouinard, A., *Bamboo Research in Asia*, IDRC, Canada.
- Janssen, J.J.A., 1991, *Mechanical Properties of Bamboo*, Kluvert Academic Publishers, Nedherland.
- Kubler, H., 1980, *Wood as Building and Hooby Material*, Joh Willey & Son, New York.
- Kurian, A., 2000, *Analytical Modeling of Glued Laminated Girder Bridges Using ANSYS*, MTC Transportation Scholars Conference, Ames, Iowa.
- Liesse, W., 1980, *Preservation of Bamboo*, in Lessard, G. & Chouinard, A.: *Bamboo Research in Asia*, IDRC, Canada.
- Morisco, 2006, *Teknologi Bambu*, Bahan Kuliah, Magister Teknologi Bahan Bangunan, PPS UGM Yogyakarta.
- Prayitno, T.A., 1995, *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika menurut ISO*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prayitno, T.A., 1996, *Perekatan Kayu*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rofaida, A. 1999, *Pemanfaatan Komposit Kayu Kelapa Beton untuk Lantai Gedung*, Tesis S2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sharma, Y.M.L, 1987, *Inventory and Resources of Bamboo*, in Rao, A.N., Dhanarajan, G. & Sastry, C.B., China and IDRC, Canada.
- Somayaji, S., 1995, *Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, Englewoodf, Cliffs, New Jersey.
- Sutapa, J.P.G., 1986, *Pengujian Beberapa Sifat Anatomi, Fisik dan Mekanik Bambu Apius, Legi dan Petung*, Fakultas Kehutanan, UGM Yogyakarta.
- Triwiyono, A., 1998, *Variasi Sifat Mekanik Kayu Kelapa Arah Longitudinal dan Radial*. Prosiding Seminar Nasional Mekanika Bahan Menyongsong Tahun 2000. PAU UGM, Yogyakarta.
- Tular, R.B., dan Sutidjan, 1961, *Bamboo in Indonesia*, Regional Housing Centre, Bandung.