

ANALISIS SIFAT MEKANIK LENTUR BALOK LAMINASI HORIZONTAL KOMBINASI BAMBUPETUNG DENGAN BAMBUPETER

Kevin Jibrán Alamsyah¹, Anis Rakhmawati², Ria Miftakhul Jannah³

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar (Jalan Kapten Suparman No.39)

Corresponding Author:

kevinjibran19@gmail.com, anisrakhmawati@untidar.ac.id, riamifta@untidar.ac.id

INTISARI

Bambu merupakan bahan pengganti kayu yang digunakan di Indonesia untuk keperluan perancangan dan perabot. Penelitian ini menggunakan metode laminasi dengan menggunakan variasi kuat kempa untuk meningkatkan kuat lentur pada hasil akhir balok laminasi bambu. Pengkajian ini ditujukan untuk mengetahui kuat lentur laminasi benda uji dengan variasi kuat kempa.

Benda uji berupa bambu petung dan bambu ater yang di bilah kemudian direkatkan menggunakan lem presto DN menjadi balok dan dikempa dengan kuat kempa 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, dan 4 Ton. Pembuatan benda uji dilakukan di Rosse Bambu Sleman Yogyakarta. Uji kuat lentur balok laminasi dikerjakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Tidar serta mengacu pada standar SNI 03-3959-1995 dan SNI 03-3960-1995. Pengujian ini mempergunakan alat uji kuat lentur balok UTM (*Universal Testing Machine*) serta data dianalisis menggunakan metode *anova single factor*.

Kuat kempa tertinggi diperhatikan dari beragam indikator semacam elastisitas, daktilitas dan lenturnya, diperoleh kuat kempa 3 Ton. Hasil uji memperlihatkan nilai rata-rata kuat lentur dengan variasi kuat kempa 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, dan 4 Ton sebesar 35,868 MPa, 46,452 MPa, 56,067 MPa, dan 40,519 MPa. Penelitian ini disimpulkan hasil kuat lentur balok laminasi paling besar pada variasi kuat kempa 3 Ton sampel LB3A dengan nilai 59,964 MPa.

Kata Kunci : bambu laminasi, kuat lentur, pengempaan.

ABSTRACT

Bamboo was a substitute for wood that is widely used in buildings in Indonesia for construction and furniture needs. This study uses the laminate method by using variations in compression strength to increase the flexural strength of the final result of bamboo laminated beams. This study was aimed to determine the flexural strength of bamboo laminate with variations in compression strength.

The test object was in the form of petung bamboo and ater bamboo which was then glued using presto DN glue into a test beam and pressed with a strong compression of 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, and 4 Ton. The test object was made at Rosse Bambu, Sleman, Yogyakarta. The flexural strength test of laminated beams was carried out at the Civil Engineering Laboratory, Tidar University and referred to the standards of SNI 03-3959-1995 and SNI 03-3960-1995. This test used the UTM (Universal Testing Machine) flexural strength test equipment and the data was analyzed using the single factor anova method.

Optimum compression strength was seen from various parameters such as elasticity, ductility and flexural strength, obtained 3 Tons of compression strength. The test results show that the average value of flexural strength with variations in compression strength of 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, and 4 Ton was 35,868 MPa, 46,452 MPa, 56,067 MPa, and 40,519 MPa. This research could be concluded that the results of the flexural strength of laminated beams are the greatest at the 3 Ton compression strength variation sample LB3A with a value of 59,964 MPa.

Keywords : bamboo laminated, flexural strength, pressing force

1. PENDAHULUAN

Laminasi bambu merupakan cara alternatif untuk mengganti penggunaan kayu. Bahan baku kayu komersial dapat disusun dari bambu karena semakin lama kayu komersial akan menurun produksinya karna relatif waktu tumbuh yang lama serta harga yang lebih mahal. Bambu mempunyai keunggulan yang lebih selain harganya yang lebih murah bambu juga mudah dikembangkan, ulet, elastisitas yang tinggi serta mudah dibentuk. Penggunaan bambu untuk balok laminasi dapat menghemat penggunaan kayu kualitas yang tinggi dengan biaya yang akan dikeluarkan akan lebih terjangkau. Pada balok laminasi bambu terdapat joint (lapisan atas dan lapisan bawah balok) belum banyak diketahui.

Dalam penggunaan laminasi bamboo juga dapat membantu lestari hutan. Teknologi laminasi ini juga akan meminimalisir penebangan hutan serta akan ramah terhadap lingkungan. Laminasi bambu diambil dan dibentuk sesuai dengan keinginan lalu dibersihkan dan direkatkan dengan adanya penekanan kuat kempa selanjutnya membentuk balok yang direncanakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kadar air Balok Laminasi

Kadar air merupakan persen dari bahan penelitian yang dikeringkan atau dioven hingga air yang terkandung di dinding sel menguap seluruhnya. Perhitungan kadar air sesuai ISO 3130-1975 dengan rumus dibawah ini:

$$K_a = \frac{W_b - W_a}{W_a} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Ka = Kadar air (%)

Wa = Berat benda uji kering oven (gram)

Wb = Berat benda uji sebelum dioven (gram)

2.2 Kerapatan Balok Laminasi

Kerapatan merupakan pengukuran massa dengan perbandingan setiap satuan volume benda dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$p = \frac{W_b}{V \cdot 1000} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

p = Kerapatan (gram/cm³)

Wb = berat awal benda uji (gram)

V = Volume benda uji (cm³)

2.3 Modulus of Rupture (MoR)

Kuat lentur beton merupakan percobaan sebuah benda uji balok beton yang diuji dengan alat kuat lentur yang diletakan pada dua buah peletakan yang bekerja dengan prosedur arah tegak lurus dari sumbu benda uji akan diberikan beban bekerja dengan tekanan hingga benda uji mengalami retak dan patah dengan kekuatan satuan MPa gaya per satuan luasnya sesuai dengan SNI 03-3959-1995 Kuat lentur beton atau modulus of rupture (MoR) dapat diketahui besar kuat lenturnya dapat dicari dengan pembebanan pada satu titik pembebanan di tengah bentang hasilnya dengan rumus yang ada dibawah ini:

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

Keterangan :

P = beban maksimum (N)

σ = tegangan (MPa)

L = Panjang dari bentang tumpuan(mm)

d = tinggi benda uji rata-rata (mm)

h = lebar balok rata-rata (mm)

2.4 Modulus Elastisitas (MoE)

Modulus elastisitas atau modulus young merupakan kemiringan garis singgung dari diagram tegangan-regangan dalam batas daerah elastis linier dan harga bergantung pada jenis materialnya. Modulus elastisitas dapat diketahui dengan rumus dibawah ini:

$$E_b = \frac{P L^3}{4 \cdot y b h^3} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

E_b = modulus lentur (MPa)

b = Lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)

L = Jarak tumpuan (mm)

P = Selisih pembebanan dari tahap satu ke tahap pembebanan berikutnya (N)

y = selisih lendutan dari satu pembebanan ke tahap pembebanan selanjutnya (N)

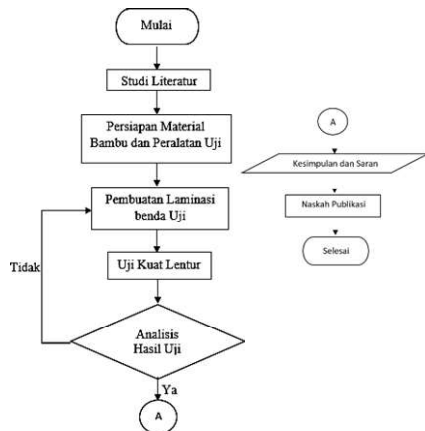
2.5 Analysis Of Variance (ANNOVA)

Analysis of variance (anova) merupakan salah satu pengujian hipotesis dalam statistika parametrik, untuk menguji interaksi antara dua penyebab didalam suatu percobaan

dengan membandingkan rerata lebih dari dua benda uji. (Ghozali, 2009)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagas Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji di Rosse Bambu Yogyakarta. Lokasi pengujian laminasi bambu Laboratorium Struktur, Teknik Sipil, Universitas Tidar. Pengolahan data dilakukan di Universitas Tidar.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut:

1. Mesin Uji Kuat Lentur (UTM)
2. Alat kempa
3. Planner
4. Mesin Bilah Bambu
5. Mesin gergaji belah
6. Mesin gergaji potong
7. Alat ukur kadar air
8. Alat Circle Grenda
9. Gergaji
10. Klem
11. Kuas
12. Meteran
13. Jangka Sorong
14. Cetakan Laminasi bambu

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk penelitian kuat lentur balok laminasi bambu yaitu:

1. Bambu Petung
2. Bambu Ater
3. Lem Presto DN

Metode yang dipergunakan dalam pengkajian ini mempergunakan teknik laminasi bambu, dengan cara membilah bambu menjadi ukuran yang disesuaikan kemudian *diplanner* serta diukur kadar airnya setelah itu nanti direkatkan membentuk balok sesuai ukuran yang sudah direncanakan yaitu 5 cm x 5 cm x 82 cm. Benda uji tersebut dibuat dengan melaminasi bambu petung dengan bambu *ater* dengan variasi kempa yang variasi kuat kempanya seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Variasi Benda Uji

| No | Variasi | Kode Benda Uji | Ukuran (mm) | | | Gaya Kempa (Ton) | Jumlah Benda Uji |
|----|-------------|----------------|-------------|-------|--------|------------------|------------------|
| | | | Panjang | Lebar | Tinggi | | |
| 1 | Variasi - 1 | LB 1 A | 820 | 49 | 50 | 1 | 3 |
| 2 | | LB 1 B | 820 | 51 | 51 | | |
| 3 | | LB 1 C | 820 | 51 | 51 | | |
| 4 | Variasi - 2 | LB 2 A | 820 | 50 | 51 | 2 | 3 |
| 5 | | LB 2 B | 820 | 51 | 51 | | |
| 6 | | LB 2 C | 820 | 51 | 51 | | |
| 7 | Variasi - 3 | LB 3 A | 820 | 51 | 48 | 3 | 3 |
| 8 | | LB 3 B | 820 | 51 | 51 | | |
| 9 | | LB 3 C | 820 | 49 | 49 | | |
| 10 | Variasi - 4 | LB 4 A | 820 | 50 | 50 | 4 | 3 |
| 11 | | LB 4 B | 820 | 50 | 48 | | |
| 12 | | LB 4 C | 820 | 51 | 48 | | |

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengujian Kadar Air

Penelitian kadar air mendapatkan hasil pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air

| No | Variasi | Kode Benda Uji | Ukuran (mm) | | | Volume (mm ³) | Berat awal (kg) | Berat akhir (kg) | Kadar air (%) |
|---|-------------|----------------|-------------|-------|--------|---------------------------|-----------------|------------------|---------------|
| | | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | | |
| 1 | Variasi - 1 | LB 1 A | 820 | 49 | 50 | 2009000 | 1.415 | 1.311 | 7.933 |
| 2 | | LB 1 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.385 | 1.279 | 8.288 |
| 3 | | LB 1 C | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.385 | 1.208 | 14.652 |
| 4 | Variasi - 2 | LB 2 A | 820 | 50 | 51 | 2091000 | 1.385 | 1.190 | 16.387 |
| 5 | | LB 2 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.465 | 1.338 | 9.492 |
| 6 | | LB 2 C | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.380 | 1.233 | 11.922 |
| 7 | Variasi - 3 | LB 3 A | 820 | 51 | 48 | 2007360 | 1.385 | 1.211 | 14.368 |
| 8 | | LB 3 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.465 | 1.293 | 13.302 |
| 9 | | LB 3 C | 820 | 49 | 49 | 1968820 | 1.380 | 1.197 | 15.288 |
| 10 | Variasi - 4 | LB 4 A | 820 | 50 | 50 | 2050000 | 1.435 | 1.293 | 10.982 |
| 11 | | LB 4 B | 820 | 50 | 48 | 1968000 | 1.505 | 1.342 | 12.146 |
| 12 | | LB 4 C | 820 | 51 | 48 | 2007360 | 1.490 | 1.343 | 10.946 |
| Kadar air rata-rata keseluruhan benda uji | | | | | | | | | 12,142 |

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi kempa dengan kadar air rata-rata.

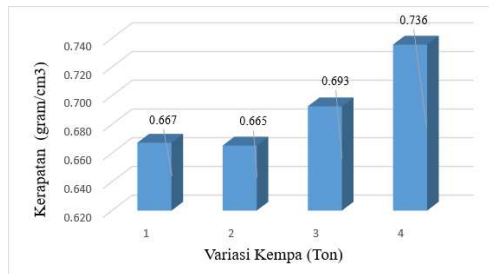
4.2 Hasil Pengujian Kerapatan

Hasil dari penelitian kadar air sebagai berikut ada pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji kerapatan balok laminasi

| Kode benda uji | Ukuran Penampang | | | Volume (mm ³) | Berat | | Kerapatan (gram/cm ³) |
|-----------------------|------------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------|--------------|-----------------------------------|
| | Lebar (mm) | Tinggi (mm) | Panjang (mm) | | Awal (gram) | Akhir (gram) | |
| LB 1 A | 820 | 49 | 50 | 2009000 | 1.415 | 1.311 | 0.704 |
| LB 1 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.385 | 1.279 | 0.649 |
| LB 1 C | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.385 | 1.208 | 0.649 |
| LB 2 A | 820 | 50 | 51 | 2091000 | 1.385 | 1.190 | 0.662 |
| LB 2 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.465 | 1.338 | 0.687 |
| LB 2 C | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.380 | 1.233 | 0.647 |
| LB 3 A | 820 | 51 | 48 | 2007360 | 1.385 | 1.211 | 0.690 |
| LB 3 B | 820 | 51 | 51 | 2132820 | 1.465 | 1.293 | 0.687 |
| LB 3 C | 820 | 49 | 49 | 1968820 | 1.380 | 1.197 | 0.701 |
| LB 4 A | 820 | 50 | 50 | 2050000 | 1.435 | 1.293 | 0.700 |
| LB 4 B | 820 | 50 | 48 | 1968000 | 1.505 | 1.342 | 0.765 |
| LB 4 C | 820 | 51 | 48 | 2007360 | 1.490 | 1.343 | 0.742 |
| Rata - rata kerapatan | | | | | | | 0,690 |

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi kempa dengan kerapatan rata-rata. Grafik variasi kempa terdapat dibawah ini pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Uji Kerapatan

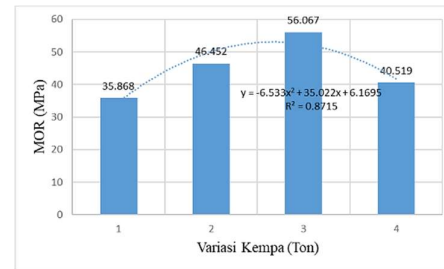
4.3 Hasil dan Pembahasan Modulus Of Rupture (MoR)

Pengujian penelitian ini berpedoman pada SNI 03-3959-1995 untuk pengujian balok sederhana untuk mengetahui kuat lentur pada satu beban terpusat. Nilai kuat lentur maksimal yang bekerja sebelum terjadi keruntuhan dari adanya pembebanan balok laminasi bambu yang diletakkan antara sendi dan rol dinamakan *Modulus of Rupture (MoR)*. Hasil perhitungan hingga mendapatkan MoR dapat dilihat pada Tabel 4 sesuai variasi benda ujinya.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Lentur

| No | Variasi Benda Uji | Kode Benda Uji | Ukuran (mm) | | | Berat (Kg) | Bahan Maksimum (N) | Kuat Lentur (MPa) |
|----|---------------------|----------------|-------------|-------|--------|------------|--------------------|-------------------|
| | | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | |
| 1 | Variasi - 1 (1 Ton) | LB 1 A | 710 | 49 | 50 | 1.415 | 3940 | 34.254 |
| 2 | | LB 1 B | 710 | 51 | 51 | 1.385 | 4770 | 38.296 |
| 3 | | LB 1 C | 710 | 51 | 51 | 1.385 | 4366 | 35.053 |
| 4 | Variasi - 2 (2 Ton) | LB 2 A | 710 | 50 | 51 | 1.475 | 5478 | 44.860 |
| 5 | | LB 2 B | 710 | 51 | 51 | 1.47 | 5934 | 47.642 |
| 6 | | LB 2 C | 710 | 51 | 51 | 1.45 | 5836 | 46.855 |
| 7 | Variasi - 3 (3 Ton) | LB 3 A | 710 | 51 | 48 | 1.385 | 6616 | 59.964 |
| 8 | | LB 3 B | 710 | 51 | 51 | 1.465 | 7332 | 58.866 |
| 9 | | LB 3 C | 710 | 49 | 49 | 1.38 | 5454 | 49.372 |
| 10 | Variasi - 4 (4 Ton) | LB 4 A | 710 | 50 | 50 | 1.435 | 5412 | 46.110 |
| 11 | | LB 4 B | 710 | 50 | 48 | 1.505 | 4157 | 38.431 |
| 12 | | LB 4 C | 710 | 51 | 48 | 1.49 | 4084 | 37.015 |

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa dengan kuat lentur rata-ratanya. Grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa dapat dilihat pada Gambar 3 grafik hasil uji kuat lentur



Gambar 3. Grafik hasil uji kuat lentur

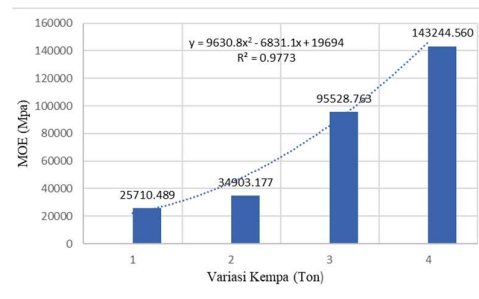
4.4 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (MoE)

Modulus elastisitas ini dapat digunakan untuk mengukur tingkat keelastisitasan suatu bahan dengan membandingkan beban yang diterima benda terhadap perubahan bentuknya per satuan panjang benda tersebut. Hasil dari perhitungan data modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji modulus elastisitas (MoE)

| No | Variasi Benda Uji | Kode Benda Uji | Ukuran (mm) | | | Berat (Kg) | Lendutan Proporsional (mm) | P (N) | MoE (MPa) | MoE Rata-rata (MPa) |
|----|---------------------|----------------|-------------|-------|--------|------------|----------------------------|-------|-----------|---------------------|
| | | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | | | |
| 1 | Variasi - 1 (1 Ton) | LB 1 A | 710 | 49 | 50 | 1.415 | 2.5 | 3940 | 23023,17 | |
| 2 | | LB 1 B | 710 | 51 | 51 | 1.385 | 2.5 | 4770 | 25235,54 | |
| 3 | | LB 1 C | 710 | 51 | 51 | 1.385 | 2 | 4366 | 28872,74 | |
| 4 | Variasi - 2 (2 Ton) | LB 2 A | 710 | 50 | 51 | 1.475 | 2.75 | 5478 | 26873,47 | |
| 5 | | LB 2 B | 710 | 51 | 51 | 1.470 | 2 | 5934 | 39242,06 | |
| 6 | | LB 2 C | 710 | 51 | 51 | 1.450 | 2 | 5836 | 38593,08 | |
| 7 | Variasi - 3 (3 Ton) | LB 3 A | 710 | 51 | 48 | 1.385 | 1 | 6616 | 104958,27 | |
| 8 | | LB 3 B | 710 | 51 | 51 | 1.465 | 1 | 7332 | 96974,33 | |
| 9 | | LB 3 C | 710 | 49 | 49 | 1.380 | 1 | 5454 | 84653,68 | |
| 10 | Variasi - 4 (4 Ton) | LB 4 A | 710 | 50 | 50 | 1.435 | 0.75 | 5412 | 103307,43 | |
| 11 | | LB 4 B | 710 | 50 | 48 | 1.505 | 1 | 4157 | 67266,89 | |
| 12 | | LB 4 C | 710 | 51 | 48 | 1.490 | 0.25 | 4084 | 259159,35 | |

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa dengan kuat lentur rata-ratanya.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji MoE

KESIMPULAN

Setelah menganalisis dan melakukan pembahasan dapat ditarik kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Penggunaan gaya kempa 1 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB1B dengan nilai 38,296 MPa;

sedangkan gaya kempa 2 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB2B dengan nilai 47,642 MPa; lalu pada gaya kempa 4 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB4A dengan nilai 46,110 MPa; kuat kempa optimum dihasilkan pada gaya kempa 3 Ton yang memiliki nilai 59,964 MPa

2. Kuat lentur tertinggi variasi 1Ton pada benda uji LB1B yaitu 38,296 MPa mengalami kenaikan pada variasi 2 Ton yaitu pada benda uji LB2B yaitu 47,642 Mpa sebesar 24,40%, kuat lentur tertinggi variasi 2 Ton pada benda uji LB2B yaitu 47,642 mengalami kenaikan pada variasi 3 Ton pada benda uji LB3A yaitu 59,964 MPa sebesar 25,86%, sedangkan kuat lentur tertinggi variasi 3 pada benda uji LB3A yaitu 59,964 MPa mengalami penurunan pada variasi 4 Ton benda uji LB4B yaitu 46,110 MPa sebesar 23,10%. Jadi kenaikan kuat lentur tertinggi pada variasi ke 2 benda uji LB2B xyaitu sebesar 25,86%

SARAN

Setelah menarik kesimpulan dan mendapatkan hasil dari penelitian dapat ditemukan saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat meninjau pengaruh dari sambungan balok laminasi bambu terhadap kinerja lapisan bambu yang digunakan.
2. Penelitain selanjutnya sebaiknya meninjau bagaimana waktu pengempaan terhadap kuat rekatnya dengan pengaruh

kuat kempa yang digunakan agar mendapatkan hasil yang optimum.

3. Penelitian selanjutnya perlu memerhatikan dari proses pencampuran, pengadukan, serta saat proses pelaburan perekat.
4. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan alat pengempaan yang lebih akurat saat proses pemberian tekanan kempa untuk menghasilkan balok laminasi yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, B., 2006. "Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing". *Civil Engineering Dimension*, Vol.8, No.1, 25-33. Mataram.
- Arsad, E., 2015. "Teknologi Pengolahan dan Manfaat Bambu". *Jurnal Riset Industri*. BanjarBaru.
- Arsina, L., 2009, "Pengaruh Rasio Bambu Petung dan Kayu Sengon Terhadap Kapasitas Tekan Kolom Laminasi" *Teknologi Dan Kejuruan*, Vol. 32, No. 1. Malang.
- Ghozali, I., 2009. "Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS". UNDIP. Semarang.
- Nugraha, H., 2014. "Pengolahan Material Bambu Dengan Menggunakan Teknik Laminasi dan Bending untuk Produk Furniture". *Jurnal Universitas Pembangunan Jaya*. Tangerang.