

## KARAKTERISTIK BALOK LAMINASI DARI BAMBU AMPEL SUSUNAN *BRICK* DITINJAU BERDASARKAN KEKUATAN TEKAN DAN LENTUR

Dicky Okky Irawan<sup>1</sup>, Mirza Ghulam Rifqi<sup>2</sup>, Erna Suryani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

Email *corresponding author*: [dicky7074@gmail.com](mailto:dicky7074@gmail.com)

### Info Artikel

Diajukan :17/01/2023

Direview: 20/01/2023

Dipublikasi: 15/02/2023

### Abstrak

Bambu memiliki potensi yang cukup baik untuk material pengganti kayu melihat ketersediaan kayu di alam yang semakin sedikit. Pembuatan bambu laminasi dengan cara merekatkan bilah bambu yang sudah diserut hingga membentuk sebuah balok laminasi. Pada penelitian ini pembuatan balok laminasi menggunakan bambu ampel dengan pola susunan *brick* dengan menggunakan perekat PVAC (*Polyvinyl Acetate*) yang mempunyai sifat elastis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik balok laminasi dari bambu ampel berdasarkan kekuatan tekan, lentur dan tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik bambu ampel laminasi berdasarkan kuat tekan dengan dimensi 50 mm × 50 mm × 200 mm memiliki nilai rata-rata 38,27 MPa, kuat lentur bambu ampel laminasi dengan dimensi 50 mm × 50 mm × 760 mm memiliki nilai rata-rata 87,35 MPa. Nilai kuat tarik bambu ampel laminasi dimensi 25 mm × 25 mm × 460 mm memiliki rata-rata 366,08 MPa. Berdasarkan pendekatan kelas kayu bambu ampel laminasi termasuk pada kelas III dan tergolong kode mutu E25.

**Kata Kunci** : Karakteristik, Balok Laminasi, Bambu Ampel, Susunan *Brick*, Kayu

### Abstract

*Bamboo has good potential as a substitute for wood, seeing the availability of wood in nature is decreasing. Laminated bamboo is made by gluing shaved bamboo slats together to form a laminated beam. In this study, the manufacture of laminated beams used ampel bamboo with a brick arrangement pattern using PVAC (Polyvinyl Acetate) adhesive which has elastic properties. This study aims to determine the characteristics of ampel bamboo laminated beams based on compressive, flexural and tensile strength. The results showed that the characteristics of laminated ampelous bamboo based on compressive strength with dimensions of 50 mm × 50 mm × 200 mm have an average value of 38,27 MPa, while the bending strength of laminated ampelous bamboo with dimensions of 50 mm × 50 mm × 760 mm has an average value of 87,35 MPa. The tensile strength value of laminated ampelous bamboo dimensions of 25 mm × 25 mm × 460 mm has an average of 366,08 MPa. Based on the class approach, laminated ampelous bamboo wood is included in class III and is classified as an E25.*

**Keywords** : Characteristics, Laminated Beam, Ampel Bamboo, Brick Arrangement, Wood

## PENDAHULUAN

Pada umumnya masyarakat hanya mengenal kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, sementara ketersediaan kayu di alam semakin sedikit. Untuk itu perlu dicari material/ bahan lain yang dapat menggantikan kayu yaitu bahan yang memiliki kekuatan menahan beban yang sama atau bahkan lebih dari kekuatan kayu sehingga nantinya diharapkan dapat mengurangi kerusakan hutan yang lebih parah lagi misalnya adalah tanaman bambu yang kedudukannya masih melimpah di alam. Bambu memiliki potensi yang cukup baik untuk material pengganti kayu.

Pemilihan bambu sebagai material bangunan dapat didasarkan pada harganya yang relatif murah, pertumbuhan yang cepat, mudah dikerjakan

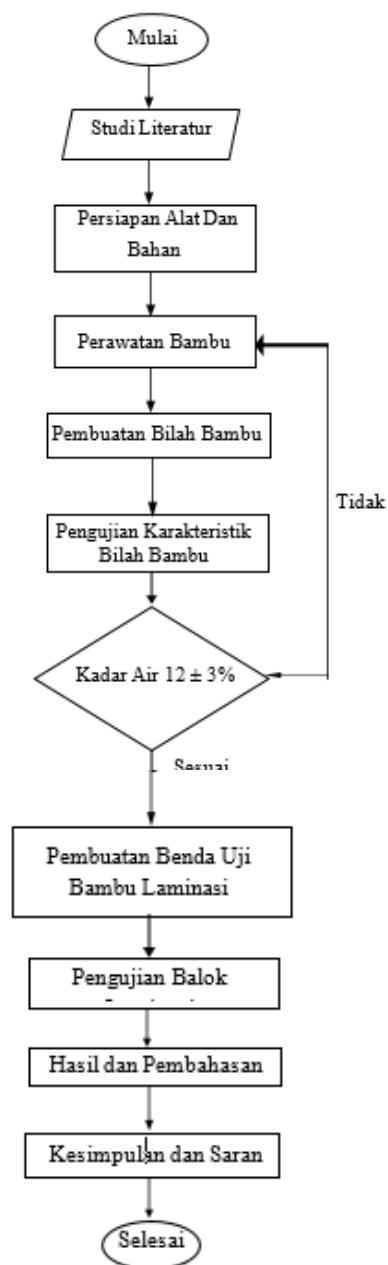
serta serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Bambu juga memiliki rasio penyusutan yang kecil, dapat dilengkungkan atau memiliki elastisitas dan nilai dekoratif yang tinggi. Tetapi penggunaan bambu sebagai elemen struktur masih jarang digunakan pada suatu proyek konstruksi ataupun oleh kalangan masyarakat. Hal ini dikarenakan masyarakat belum mengetahui karakteristik dari bambu tersebut sebagai material konstruksi. Selain itu, pengetahuan masyarakat yang terbatas tentang pengolahan bambu juga menjadikan berkurangnya peminat penggunaan bambu di masyarakat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan bambu dengan cara laminasi, yaitu menggabungkan bilah-bilah bambu menjadi sebuah balok.

Pemilihan bambu untuk balok laminasi ini didasarkan pada penelitian sebelumnya tentang “*Mechanical Properties of Culm Bamboo Endemic Banyuwangi Based on Tensile Strength Test*” yang dilakukan oleh (Rifqi et al., 2020). Dalam penelitian tersebut diteliti kuat tarik jenis-jenis bambu yang ada di Banyuwangi, yaitu salah satunya bambu ampel. Berdasarkan penelitian tersebut, bambu ampel memiliki nilai kekuatan tarik dan tekan yang cukup tinggi. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh (Anokye et al., 2016) bambu ampel sangat cocok digunakan sebagai bahan pembuatan papan atau balok bambu laminasi, karena memiliki kemampuan menahan beban yang sangat efisien. Kajian tersebut menunjukkan kelayakan penggunaan bahan bambu untuk papan, balok dan laminasi melalui pemrosesan yang baik sehingga dalam penelitian ini bambu yang digunakan untuk pembuatan balok laminasi adalah bambu ampel. Sedangkan untuk susunannya sendiri akan menggunakan susunan *brick*. Susunan *brick* mempunyai kekuatan lentur dan kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan pola susunan lurus yang kekuatannya masih dibawah susunan *brick* (Mujiman, 2015).

Pada dasarnya, setiap jenis bambu baik bambu utuh, bambu laminasi, serta bambu yang sudah diproses sekalipun pasti akan memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari balok bambu laminasi yang terbuat dari bambu ampel. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik. Dengan dilakukan pengujian ini diharapkan hasil balok laminasi dari bambu ampel ini dapat dijadikan pertimbangan sebagai alternatif pengganti kayu.

## METODE PENELITIAN

Berdasarkan *flowchart* penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 1** tahapan atau langkah kerja dalam kegiatan penelitian ini meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan, perawatan bambu, pembuatan bilah bambu, pengujian karakteristik bilah bambu, pembuatan benda uji bambu laminasi, pengujian balok laminasi, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.



**Gambar 1.** Flow Chart Penelitian

### Studi Literatur

Studi literatur ini meliputi kegiatan mengumpulkan materi atau referensi yang mendukung sebagai acuan dalam penyusunan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur ini dilakukan mulai awal untuk penyusunan rencana penelitian hingga tahap akhir.

### Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan ini meliputi persiapan alat dan juga bahan yang akan digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan.

#### a. Persiapan Alat

Persiapan alat ini meliputi persiapan peralatan yang akan digunakan, baik dalam pembuatan benda uji maupun untuk keperluan pengujian tersebut. Peralatan yang digunakan antara lain adalah gergaji, parang, meteran,

amplas, ember, mesin ketam, alat kempa, serta mesin uji tekan dan mesin uji lentur. Adapun peralatan penunjang yang dibutuhkan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Persiapan Alat

No	Alat	Satuan	Jumlah
1	Gergaji	Buah	1
2	Pisau	Buah	1
3	Meteran	Buah	1
4	Jangka sorong	Buah	1
5	Kuas	Buah	1
6	Amplas	Buah	1
7	Gelas ukur	Buah	1
8	Cup	Buah	5
9	Mesin ketam	Set	1
10	Mesin belah	Set	1
11	Mesin potong	Set	1
12	Alat klem	Set	1
13	Mesin uji kuat tekan	Set	1
14	Mesin uji kuat lentur	Set	1
15	Mesin uji kuat tarik	Set	1

#### b. Persiapan Bahan

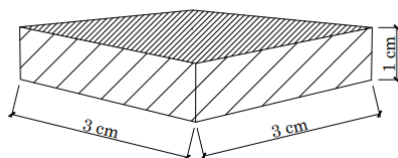
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bambu ampel dalam kondisi utuh dengan diameter 6-10 cm kemudian dipotong menjadi bilah-bilah bambu sebanyak 5 bilah dengan lebar 2 cm setiap bilahnya dan bahan perekat jenis PVAC (*Polyvinyl Acetate*).

#### Perawatan Bambu

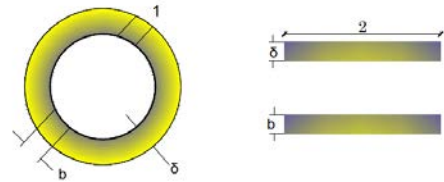
Sebelum dijadikan menjadi sebuah benda uji, bambu perlu dilakukan perawatan terlebih dahulu. Tujuan dari perawatan bambu adalah untuk meningkatkan kualitas bambu yang dapat dilakukan dengan mengangin-anginkan bambu pada kondisi lapangan. Perawatan ini juga bertujuan untuk mengurangi kadar air bambu dari kondisi normal menjadi  $12 \pm 3\%$  yang setelah itu dapat dibuat menjadi benda uji.

#### Pembuatan Bilah Bambu

Pembuatan bilah bambu ini bertujuan untuk melihat karakteristik bambu ampel. Bilah bambu akan diuji meliputi pengujian kadar air dan kuat tarik.



**Gambar 2.** Bilah Bambu Uji Kadar Air



**Gambar 3.** Profil Bilah Bambu

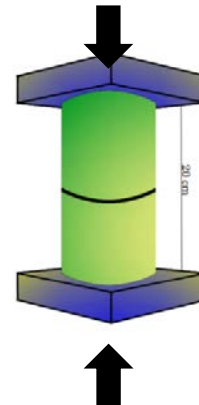
#### Pengujian Karakteristik Bilah Bambu

Pengujian karakteristik bambu ampel meliputi pengujian kadar air, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur. Pengujian karakteristik ini digunakan sebagai acuan sifat karakteristik bahan bambu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan balok laminasi. Jumlah benda uji karakteristik bambu ampel yang sudah dibentuk dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Benda Uji Karakteristik Bambu Ampel

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Jumlah
1.	Kadar Air	Buah	5
2.	Kuat Tekan	Buah	5
3.	Kuat Tarik	Buah	5
Jumlah Total			15

Pengujian karakteristik bambu bilah mengacu pada ISO 22157-1:2019.



**Gambar 4.** Pengujian Benda Uji Kuat Tekan



**Gambar 5.** Pengujian Kuat Tarik Bilah Bambu

### Pembuatan Benda Uji Bambu Laminasi

Pembuatan benda uji bambu laminasi dilakukan setelah bilah-bilah bambu diserut. Untuk pengujian tekan di laboratorium yaitu sebanyak 5 buah dan untuk pengujian lentur di laboratorium yaitu sebanyak 5 buah. Untuk kode pengujian bambu laminasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Kode Benda Uji Bambu Laminasi

Am	B	Tr/T k/Lr	-	1
Am	Jenis Bambu : Ampel (Am)			Contoh :
B	Tipe susunan brick (B)			AmBTr- 1
Tr	Jenis Pengujian : Tarik (Tr), Tekan (Tk), Lentur (Lr)			AmBTk-1
1	Nomor urutan benda uji : 1, 2, 3, 4, 5			AmBLr-1

Keterangan :

AmBTk = Ampel Bambu Uji Kuat Tekan  
AmBLr = Ampel Bambu Uji Kuat Lentur  
AmBTr = Ampel Bambu Uji Kuat Tarik

### Pengujian Balok Laminasi

Dalam penelitian bambu laminasi ini, pengujian yang dilakukan pada balok laminasi meliputi pengujian kuat tekan berdasarkan (SNI 03-3958-1995), kuat tarik berdasarkan (SNI 03 3399, 1994) dan kuat lentur berdasarkan (SNI 03-3959-1995).

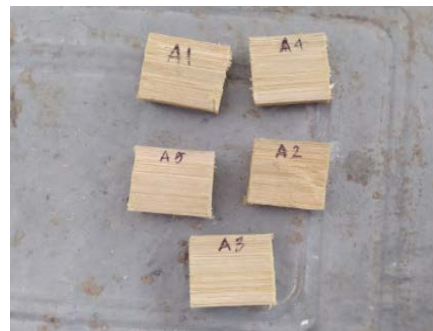
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Karakteristik Bambu Ampel

Hasil pengujian didapat dari pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Program Studi D-III Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Pengujian bambu ampel yang dilakukan mengalami pengujian sifat fisik dan mekanik. Sifat fisik meliputi pengujian kadar air sedangkan sifat mekanik meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur.

### Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan dimensi sampel uji bambu ampel 25 mm × 25 mm × 10 mm berjumlah 5 buah sampel. Sampel uji kadar air dapat dilihat pada **Gambar 6**. Perhitungan nilai kadar air didapat dengan menghitung selisih berat bambu awal dengan berat bambu akhir.



**Gambar 6.** Sampel Uji Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi D-III Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi, didapatkan data hasil pengujian kadar air dari bambu ampel yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kadar Air Bambu Ampel

Keterangan	Sampel				
	1	2	3	4	5
Berat Awal (gr)	8,3	8,9	8,2	8,1	8,4
Berat Akhir (gr)	7,4	7,9	7,3	7,2	7,5
Kadar Air (%)	12	13	12	13	12
Kadar Air Rata-rata (%)	12,3				
Standart Deviasi	0,26				
Koefisien Variasi (%)	2,12				

Berdasarkan nilai rata-rata kadar air bambu ampel setelah didiamkan selama kurang lebih 2 minggu memiliki nilai kadar air yaitu 12,3% maka bambu ampel bisa dikatakan dalam bambu yang sudah tua. Dengan nilai kadar air 12,3% bambu ampel dapat digunakan langsung dalam pembuatan bambu laminasi dan memenuhi syarat dari ISO 22157 tahun 2019 untuk dapat digunakan sebagai sifat mekanik bambu.

### Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dari bambu ampel yang akan digunakan untuk bambu laminasi. Benda uji sebelumnya telah dicek kadar airnya dan memiliki kadar air  $12 \pm 3\%$ . Pengujian kuat tekan bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Pengujian Kuat Tekan Bambu Ampel

Berdasarkan pengujian kuat tekan yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi D-III Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi,



diperoleh hasil pengujian kuat tekan bambu ampel yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Bambu Ampel

Kode Sampel Uji	luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Fult (kN)	Nilai Tekan (kN/cm <sup>2</sup> )	Nilai Tekan (MPa)
AmTk-1	30,17	84,16	2,79	27,9
AmTk-2	32,54	94,12	2,893	28,93
AmTk-4	30,04	85,45	2,844	28,44
AmTk-3	26,52	73,8	2,783	27,83
AmTk-5	31,88	89,3	2,801	28,01
Rata-rata			2,82	28,22
Standart Deviasi (MPa)				0,46
Koefisien Variasi (%)				1,63

Dari hasil pengujian kuat tekan bambu ampel pada **Tabel 5**, diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pengujian yaitu sebesar 28,22 MPa. Dari sampel pengujian kuat tekan dapat diketahui bahwa AmTk-2 memiliki nilai kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya yaitu 28,93 MPa dengan beban maksimum mencapai 94,12 kN, sedangkan nilai kuat tekan paling rendah pada sampel AmTk-4 yaitu 27,83 MPa dengan beban maksimum yaitu 73,80 kN. Hal ini disebabkan karena distribusi serat yang berbeda pada setiap sampel. Saat pengujian tekan, bambu ampel rata-rata mengalami retak secara vertikal atau mengalami kerusakan belah memanjang searah serat saat mengalami pembebanan maksimal. Gambar keretakan bambu saat pengujian tekan dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Kerusakan Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan

### Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik dari bambu ampel yang akan digunakan untuk bambu laminasi. Benda uji sebelumnya telah dicek kadar airnya dan memiliki kadar air  $12 \pm 3\%$ . Pengujian kuat tarik dilakukan dengan sejajar serat bambu ampel dapat dilihat pada gambar **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Pengujian Kuat Tarik Bilah Bambu Ampel

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengujian kuat tarik sejajar serat bambu ampel dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu Ampel

Kode Sampel Uji	luas (cm <sup>2</sup> )	Beban (kN)	Kuat Tarik (kN/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik (MPa)
AmTr-1	0,96	14,47	15,07	150,73
AmTr-2	0,96	14,52	15,13	151,25
AmTr-4	1,08	16,55	15,32	153,24
AmTr-3	0,96	14,43	15,03	150,31
AmTr-5	1,08	16,45	15,23	152,31
Rata-rata			15,16	151,57
Standart Deviasi (MPa)				1,2
Koefisien Variasi (%)				0,79

Dari hasil pengujian kuat tarik bambu ampel pada **Tabel 6** diperoleh nilai kuat tarik rata-rata yaitu sebesar 151,57 MPa. Berdasarkan pengujian kuat tarik, sampel AmTr-3 mempunyai nilai kuat tarik paling tinggi yaitu 153,24 MPa dengan beban maksimum mencapai 16,55 kN. Berbanding terbalik dengan sampel AmTr-4 yang mempunyai nilai kuat tarik paling rendah yaitu 150,31 MPa dengan beban maksimum mencapai 14,43 kN. Hal itu dapat disebabkan karena perbedaan serat pada setiap sampel benda uji. Kerusakan benda uji setelah mengalami pengujian tarik dapat dilihat pada **Gambar 10**.



**Gambar 10.** Kerusakan Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik

### Hasil Pengujian Balok Laminasi Bambu Ampel

Pengujian balok laminasi ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi D-III Teknik

Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Balok laminasi bambu ampel mengalami pengujian kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat dan kuat lentur tegak lurus serat.

#### Pengujian Kuat Tekan Balok Laminasi

Pengujian kuat tekan balok laminasi bambu ampel dengan dimensi sampel 50 mm x 50 mm x 200 mm berjumlah 5 buah untuk masing-masing perlakuan. Sampel pengujian kuat tekan balok laminasi bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 11** dan pengujian kuat tekan balok laminasi bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 12**.



**Gambar 11.** Sampel Uji Kuat Tekan Balok Laminasi



**Gambar 12.** Pengujian Kuat Tekan Balok Laminasi

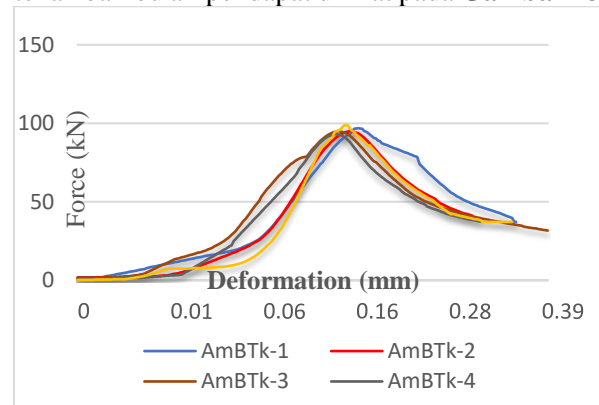
Data hasil pengujian kuat tekan sejajar serat balok laminasi bambu ampel dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi D-III Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Laminasi Bambu Ampel

Kode Sampel Uji	luas (mm)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)
AmBtk-1	200	96,86	395,0726	38,74
AmBtk-2	200	95,45	387,8939	38,04
AmBtk-4	200	95,05	387,6899	38,02
AmBtk-3	200	93,04	378,1048	37,08
AmBtk-5	200	98,65	402,3736	39,46

Rata-rata	390,23	38,27
Standart Deviasi (MPa)	0,89	
Koefisien Variasi (%)	2,33	

Dari hasil pengujian kuat tekan bambu ampel laminasi pada **Tabel 7** AmBtk-5 memiliki nilai kuat tekan paling besar dari pada sampel yang lain yaitu sebesar 39,27 MPa dengan beban maksimum mencapai 98,65 kN. Sedangkan untuk sampel benda uji paling rendah yaitu AmBtk-4 dengan nilai kuat tekan 37,08 MPa yang memiliki beban maksimum 93,04 kN. Hal tersebut dapat disebabkan karena tingkat kepadatan setiap sampel bambu laminasi berbeda-beda. Untuk rata-rata hasil pengujian kuat tekan laminasi sebesar 38,27 MPa yang memiliki nilai standart deviasi sebesar 0,89 MPa serta koefisien variasi sebesar 2,33% dan tergolong kuat kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013. Grafik hubungan beban dan lendutan kuat tekan bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 13**.



**Gambar 13.** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Kuat Tekan Laminasi Bambu Ampel

Berdasarkan **Gambar 13** Dari kelima grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hubungan beban dan lendutan kuat tekan bambu laminasi cukup tinggi. Hanya saja bambu memiliki nilai regangan yang cukup besar, sehingga untuk mencapai kekuatan tekan yang tinggi bahan bambu akan terdeformasi memanjang cukup besar juga. Bambu akan runtuh jika sudah mencapai batas maksimum menahan beban yang diterimanya. Pada saat dilakukan pengujian tekan, benda uji mengalami kerusakan. kerusakan yang terjadi berupa kerusakan tekuk pada kelima benda uji. Gambar kerusakan setelah diuji dapat dilihat pada **Gambar 14**. Untuk rata-rata hasil pengujian kuat tekan sebesar 38,27 MPa dan tergolong kuat kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013.



**Gambar 14.** Kerusakan tekuk Balok Laminasi Uji Tekan

### Pengujian Kuat Tarik Balok Laminasi

Pengujian kuat tarik balok laminasi bambu ampel dengan dimensi benda uji kuat tarik yang digunakan adalah 25 mm x 25 mm x 460 mm. Sampel pengujian kuat tarik balok laminasi bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 15** dan pengujian kuat tarik balok laminasi bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 16**.



**Gambar 15.** Sampel Uji Kuat Tarik Balok Laminasi



**Gambar 16.** Pengujian Kuat Tarik Balok Laminasi

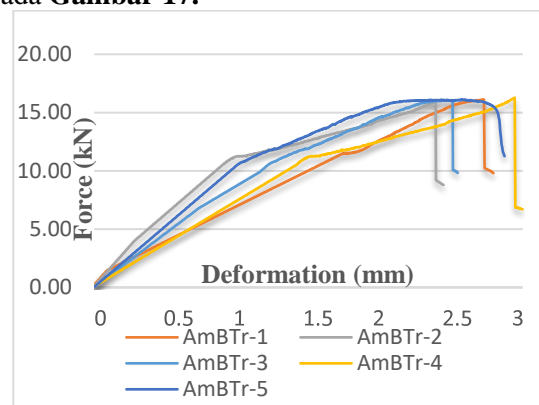
Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik balok laminasi bambu ampel yang dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Hasil Pengujian Kuat Tarik Laminasi Bambu Ampel

Kode Sampel Uji	luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kN)	Kuat Tarik (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik (MPa)
AmBTr-1	45,6	16,12	3727,34	365,53

AmBTr-2	45,6	16,09	3720,4	364,85
AmBTr-4	45,6	16,11	3725,03	365,31
AmBTr-3	45,6	16,18	3741,21	366,89
AmBTr-5	45,6	16,22	3750,46	367,8
Rata-rata			3732,89	366,08
Standart Deviasi (MPa)				1,23
Koefisien Variasi (%)				0,34

Dari hasil pengujian kuat tarik bambu ampel laminasi pada **Tabel 8** AmBTr-5 memiliki nilai kuat tarik paling besar dari pada sampel yang lain yaitu sebesar 270,98 MPa dengan beban maksimum mencapai 16,36 kN. Sedangkan untuk sampel benda uji paling rendah yaitu AmBTr-2 dengan nilai kuat tarik 265,90 MPa yang memiliki beban maksimum 15,96 kN. Hal tersebut dikarenakan pada sampel AmBTr-2 pada saat diuji tarik beban maksimum berada pada nodia yang terletak ditengah yang mengakibatkan sampel AmBTr-2 memiliki nilai kuat tarik rendah. Untuk rata-rata hasil pengujian kuat tarik laminasi sebesar 368,46 MPa yang memiliki nilai standart deviasi sebesar 1,86 MPa serta koefisien variasi sebesar 0,69% dan tergolong kuat kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013. Grafik hubungan beban dan lendutan kuat tekan bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 17**.

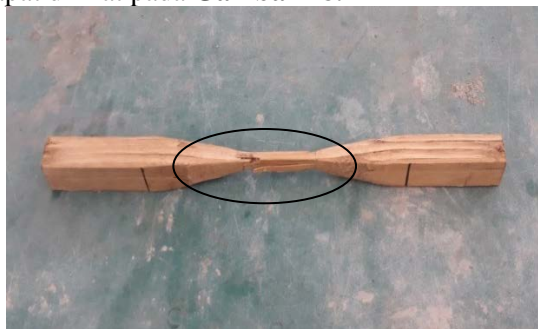


**Gambar 17.** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Kuat Tarik Laminasi Bambu Ampel

Berdasarkan **Gambar 17** dari kelima grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hubungan beban dan lendutan kuat tarik bambu laminasi cukup tinggi. Hanya saja bambu memiliki nilai regangan yang cukup besar, sehingga untuk mencapai kekuatan tarik yang tinggi bahan bambu akan terdeformasi memanjang cukup besar juga. Benda uji mengalami kerusakan berupa lepasnya serat yang merambat seiring bertambahnya beban kemudian runtuh pada saat beban sudah maksimum. Untuk rata-rata hasil pengujian kuat tarik laminasi sebesar 268,46 MPa dan tergolong kuat kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan



kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013. Gambar kerusakan setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada **Gambar 18**.



**Gambar 18.** Kerusakan Balok Laminasi Pengujian Kuat Tarik

### Pengujian Kuat Lentur Balok Laminasi

Pengujian kuat lentur balok laminasi bambu ampel memiliki dimensi 50 mm x 50 mm x 760 mm. Sampel uji kuat lentur balok laminasi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 19**.



**Gambar 19.** Benda Uji Kuat Lentur Balok Laminasi

Pengujian kuat lentur balok laminasi bambu ampel pada saat diberi pembebanan dapat dilihat pada **Gambar 20**.



**Gambar 20.** Pengujian Kuat Lentur Balok Laminasi

Hasil pengujian kuat lentur balok laminasi bambu ampel dapat dilihat pada **Tabel 9**.

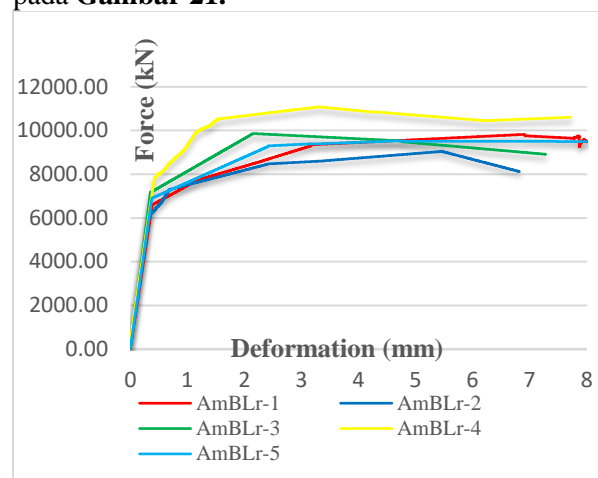
**Tabel 9.** Hasil Kuat Lentur Laminasi Bambu Ampel

Kode Sampel Uji	Panjang (mm)	Beban Maks (kN)	Kuat Lentur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Lentur (MPa)
AmBLr-1	760	10,36	899,92	88,25
AmBLr-2	760	9,88	858,35	84,18
AmBLr-3	760	10,04	872,66	85,58
AmBLr-4	760	10,53	914,4	89,67
AmBLr-5	760	10,46	908,37	89,08

Rata-rata	890,74	87,35
Standart Deviasi (MPa)	2,37	
Koefisien Variasi (%)	2,71	

Dari hasil pengujian kuat lentur bambu ampel laminasi pada **Tabel 9** AmBLr-4 memiliki nilai kuat lentur paling besar dari pada sampel yang lain yaitu sebesar 89,67 MPa dengan beban maksimum mencapai 10,53 kN. Sedangkan untuk sampel benda uji paling rendah yaitu AmBLr-2 dengan nilai kuat tekan 84,15 kN, yang memiliki beban maksimum 93,04 kN.

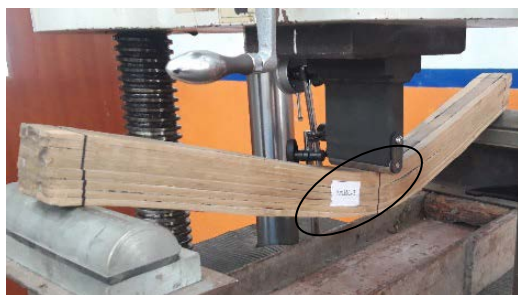
Untuk kelima benda uji memiliki nilai kuat lentur yang hampir seragam. Untuk rata-rata hasil pengujian kuat lentur laminasi sebesar 87,35 MPa yang memiliki nilai standart deviasi sebesar 2,37 MPa serta koefisien variasi sebesar 2,71% dan tergolong pendekatan kuat kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013. Grafik hubungan beban dan lendutan kuat tekan bambu ampel dapat dilihat pada **Gambar 21**.



**Gambar 21.** Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Kuat Tekan Lentur Laminasi Bambu Ampel

Berdasarkan **Gambar 21** grafik diatas dapat disimpulkan bahwa, sampel mengalami deformasi yang cukup tinggi setelah mencapai batas maksimum pembebanan. Bambu laminasi memiliki *defleksi* atau perubahan bentuk akibat pembebanan dan dapat kembali kebentuk semula setelah melampaui batas lentur dengan pertambahan panjang kecil. Dari pengujian lentur bambu laminasi mengalami kerusakan retak mendatar. Hal tersebut diakibatkan pada saat dilakukan pengujian dan diberi pembebanan perekatan pada laminasi bambu lepas atau *debonding*. Gambar retak mendatar dapat dilihat pada **Gambar 22**.





**Gambar 22.** Kerusakan Mendatar Balok Laminasi Uji Kuat Lentur

### Nilai MOE Lentur

Berdasarkan pengujian MOE lentur bambu ampel laminasi, didapat nilai modulus elastisitas lentur bambu ampel laminasi yang dapat dilihat pada **Tabel 10**.

**Tabel 10.** MOE Lentur Bambu Ampel Laminasi

Kode Sampel Uji	Panjang (mm)	Selisih Pembebanan	Selisih Lendutan	MOE
AmBLr-1	760	6,57	3,56	26440,98
AmBLr-2	760	5,91	3,32	25503,49
AmBLr-3	760	7,15	3,89	26297,46
AmBLr-4	760	7,8	4,35	25670,86
AmBLr-5	760	6,62	3,43	27611,03
Rata-rata				26374,76
Koefisien Variasi (%)				3,16

Berdasarkan **Tabel 10** nilai MOE lentur bambu ampel laminasi memiliki nilai rata-rata 26.304,76 MPa. Saat pengujian benda uji mengalami retak mendatar. Hal tersebut karena pengaruh tebal perekatan pada masing-masing sampel. Berdasarkan tabel, nilai koefisien variasi juga memiliki nilai yang baik yaitu 3,16 %. Sampel juga memiliki sifat elastis yang baik, hal tersebut dapat diketahui dengan kembalinya benda uji ke bentuk semula setelah mengalami pembebanan.

### Klasifikasi Balok Bambu Laminasi

Pada umumnya balok yang sering kita lihat terbuat dari berbagai jenis material kayu. Pemanfaatan kayu sebelum diolah menjadi balok memerlukan jangka waktu yang lama untuk pemanenan kayu tersebut. Berdasarkan penelitian ini, bambu dapat menjadi salah satu solusi untuk permasalahan tersebut. bambu ampel yang disusun *brick* direkatkan dengan perekat *Polyvinyl Acetate* (PVAC) sehingga dapat menjadi sebuah balok yang bisa dikatakan sebagai pengganti kayu.

Untuk mengklasifikasikan balok bambu ampel laminasi dengan kayu maka harus melihat tentang Penggolongan Kayu Berdasarkan Kekuatan dan tentang Kelas Kuat Kayu. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui hasil pengujian balok bambu laminasi berada dikelas berapa dan termasuk dalam jenis golongan kayu apa. Begitu juga untuk Kode Mutu Kayu. Maka dari hasil

pengujian yang telah didapatkan dari balok laminasi bambu ampel dapat dilakukan pendekatan menurut kelas dan kode mutu kayu dapat dilihat pada **Tabel 11**.

**Tabel 11.** Klasifikasi Kuat Kelas Bambu Ampel Laminasi

No.	Jenis Pengujian	Nilai Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Kelas SNI 03-3527 1994
1.	Uji Kuat Tekan	390,23	III
2.	Uji Kuat Lentur	890,74	III

**Tabel 12.** Klasifikasi Kode Mutu Bambu Ampel Laminasi

No.	Jenis Pengujian	Nilai Rata-rata (MPa)	Kode Mutu SNI 7973 2013
1.	Uji Kuat Tekan	38,27	E25
2.	Uji Kuat Tarik	366,08	E25
3.	Uji Kuat Lentur	87,35	E25
4.	MOE Lentur	26.304,76	E25

Berdasarkan tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bambu ampel laminasi susunan *brick* menggunakan perekat *Polyvinyl Acetate* (PVAC) berdasarkan kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat dan kuat lentur tegak lurus serat, hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Tabel 12** tentang klasifikasi bambu laminasi menurut kelas dan kode mutu, dapat disimpulkan bahwa bambu ampel laminasi susunan *brick* menggunakan perekat *Polyvinyl Acetate* (PVAC) dengan kelas dan kode mutu kayu memiliki kelas kuat III dan kode mutu E25.

### KESIMPULAN

Hasil pengujian balok bambu ampel laminasi susunan *brick* berdasarkan kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, dan kuat lentur tegak lurus serat. Kuat tarik balok laminasi menghasilkan kuat tekan dengan nilai sebesar 38,27 MPa, kuat tarik balok bambu laminasi menghasilkan nilai sebesar 366,08 MPa, dan kuat lentur tegak lurus serat menghasilkan nilai kuat lentur 87,35 MPa. Sedangkan untuk MOE lentur tegak lurus serat bambu laminasi memiliki nilai 26.304,76 MPa.

Hasil pengujian juga menimbulkan beberapa kerusakan pada masing-masing benda uji yaitu pada pengujian kuat tekan laminasi benda uji mengalami kerusakan berupa kerusakan tekuk, untuk pengujian kuat tarik laminasi benda uji mengalami kerusakan lepasnya serat-serat pada benda uji, sedangkan untuk pengujian lentur sendiri mengalami kerusakan berupa retak

mendatar yang disebabkan oleh lepasnya perekatan pada bambu laminasi (*debonding*).

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa balok bambu ampel laminasi susunan *brick* dengan perekat PVAC (*Polyvinyl Acetate*) berdasarkan pengujian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur dapat diklasifikasikan sesuai kelas dan kode mutu kayu bambu ampel tergolong pada kuat kayu kelas III berdasarkan SNI 03-3527 1994 dan masuk pada kode mutu E25 SNI 7973 tahun 2013.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anokye, R., Bakar, E. S., Ratnasingam, J., & Awang, B. K. (2016). Bamboo Properties and Suitability as a Replacement for Wood. *PJSRR Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews*, 2(1), 63–79. <http://www.pjsrr.upm.edu.my/>
- ISO 22157-1 2019. *Bamboo Structures - Determination - Of Physical and Mechanical Properties Of Bamboo Culm - Test Methods*. International Organization for Standardization. (n.d.).
- Mujiman. (2015). *Pengaruh Bentuk Dan Tebal Lamina Pada Kekuatan Lentur Dan Geser Balok Laminasi-Vertikal Bambu Petung yang Dibebani Tangensial*.
- Rifqi, M. G., Amin, M. S., & Bachtiar, R. R. (2020). *Mechanical Properties of Culm Bamboo Endemic Banyuwangi Based on Tensile Strength Test*. 198(Issat), 399–406. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.066>
- SNI-03 3399. (1994). *Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium*. 1–9.
- SNI 03-3958-1995. (n.d.). Retrieved February 3, 2022, from <https://fdokumen.com/document/sni-03-3958-1995-kuat-tekan.html>