

KARAKTERISTIK BAMBU BENEL BANYUWANGI LAMINASI SUSUNAN BRICK TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

Khasan Fathoni¹, Mirza Ghulam Rifqi², Eva Olivia Hutasoit³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

Email corresponding author: hasanfathoni76@gmail.com

Info Artikel

Diajukan :21/11/2022
Direview: 07/02/2023
Dipublikasi: 15/02/2023

Abstrak

Bambu merupakan sumber daya alam yang melimpah dan mengalami masa panen yang relatif pendek serta memiliki karakteristik seperti kayu yang membuat tanaman ini menjadi pilihan sebagai bahan alternatif material pengganti kayu. Bambu sebagai bahan material konstruksi dipakai dalam bentuk bulat utuh, sehingga sulit digunakan secara bebas. Maka dari itu, perlu modifikasi pada bambu untuk menghasilkan material konstruksi yang lebih kuat. Penelitian menggunakan bambu Benel Banyuwangi yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik sebagai balok laminasi terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur. Pengujian sifat-sifat bambu mengacu ISO 22157:2019. Perekat yang digunakan adalah jenis PVAC. Metode pengujian bambu laminasi mengacu pada SNI 03-3958-1995, SNI 03-3399-1994, SNI 03-3959-1995, dan SNI 03-3960-1995. Pengujian bambu laminasi menggunakan alat UTM. Penataan bilah bambu pada balok laminasi menggunakan susunan *brick* atau *zig-zag*. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran 50mm x 50mm x 200mm uji tekan, 50mm x 50mm x 760mm uji lentur, dan 25mm x 25mm x 460mm uji tarik. Dari hasil pengujian kuat tekan, kuat lentur, kuat tarik dan MOE dari pengujian lentur memiliki nilai rata-rata berturut-turut 47,60 MPa, 98,33 MPa, 275,94 MPa, dan 26.346,60 MPa. Berdasarkan pengujian tersebut, bambu memiliki karakter yang mirip kayu kelas kuat II dan kode mutu E25.

Kata Kunci : Bambu laminasi, Karakteristik, Benel Banyuwangi

Abstract

Bamboo is an abundant natural resource and has a relatively short harvest period and has wood-like characteristics that make this plant an alternative material for wood substitutes. Bamboo as a construction material is used in a whole round shape, making it difficult to use freely. Therefore, it is necessary to modify the bamboo to produce a stronger construction material. This research uses Benel Banyuwangi bamboo which aims to determine the characteristics as a laminated beam against compressive strength, tensile strength, and flexural strength. Testing the properties of bamboo refers to ISO 22157:2019. The adhesive used is PVAC type. The testing method for laminated bamboo refers to SNI 03-3958-1995, SNI 03-3399-1994, SNI 03-3959-1995, and SNI 03-3960-1995. Testing of laminated bamboo using the UTM tool. Arrangement of bamboo slats on laminated beams using a brick or zigzag arrangement. The test object is in the form of a beam with a size of 50mm x 50mm x 200mm for compression test, 50mm x 50mm x 760mm for bending test, and 25mm x 25mm x 460mm for tensile test. From the results of testing the compressive strength, flexural strength, tensile strength and MOE from the flexural test, the average values were 47.60 MPa, 98.33 MPa, 275.94 MPa, and 26,346.60 MPa. Based on these tests, bamboo has a character similar to strong class II wood and the quality code is E25.

Keyword : Laminated Bamboo, Characteristics, Benel Banyuwangi

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap penggunaan kayu terus meningkat dari tahun ke tahun. Kayu bisa digunakan sebagai peralatan rumah tangga, *furniture* maupun material konstruksi (Ndale, 2013). Hal tersebut tentunya akan memicu penggunaan kayu secara besar-besaran yang akan berdampak pada kelestarian hutan yang ada. Kondisi tersebut dapat merusak keseimbangan alam yang akan merugikan manusia secara nyata. Eksploitasi kayu membuat persediaan kayu berkurang dikarenakan kebutuhan yang secara terus menerus dan produksi kayu yang cukup lama. Hal

ini membuat kayu menjadi sangat langka dan mahal, sehingga perlu dicarikan material lain sebagai penggantinya. Salah satu bahan yang sesuai digunakan untuk pengganti kayu adalah bambu karena bambu memiliki karakteristik seperti kayu. Hal inilah yang membuat tanaman bambu menjadi pilihan yang ideal sebagai bahan alternatif pengganti kayu.

Pemanfaatan bambu diharapkan dapat menghemat penggunaan kayu yang secara terus menerus dan bermanfaat bagi kelestarian hutan. Usaha ini diharapkan dapat menekan kegiatan eksploitasi kayu. Di sisi lain bambu tersedia

dimana-mana dan merupakan sumber daya alam yang melimpah dan juga mengalami masa panen yang relatif pendek, sehingga upaya pemanfaatan bambu sebagai material pengganti kayu terus dikembangkan (Priyanto & Yasin, 2019).

Banyuwangi memiliki 23 jenis bambu yang tersebar di wilayah selatan sampai barat (Rifqi et al., 2020). Dalam pemakaiannya di masyarakat, bambu sebagai bahan material konstruksi dipakai dalam bentuk bulat utuh. Berdasarkan dengan hal tersebut maka, bambu yang dibiarkan dalam bentuk utuh dengan tidak adanya modifikasi akan sulit untuk digunakan secara bebas. Pada penelitian ini bambu yang digunakan adalah bambu benel yang merupakan salah satu jenis bambu yang ada di Banyuwangi.

Berdasarkan penelitian dari (Rifqi et al., 2020) menyatakan bahwa bambu benel termasuk dalam segmentasi grup 2 dengan nilai kuat tarik berkisar 311-340 MPa. Sedangkan bambu benel sendiri memiliki nilai kuat tekan dan kuat tarik berturut-turut yaitu 45,44 MPa dan 315,87 MPa. Penelitian tersebut menggunakan bambu dalam bentuk bulat utuh yang dilihat dari segmentasinya masih ada bambu yang lebih kuat yaitu bambu yang terdapat pada grup 1. Berdasarkan hal tersebut bambu benel digunakan sebagai pilihan material bambu laminasi yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dari bambu itu sendiri dan dapat digunakan sebagai material konstruksi yang lebih kuat (Setyo H. et al., 2014).

Penyusunan bambu laminasi menggunakan susunan *brick* atau zig-zag dikarenakan bahwa susunan zig-zag lebih kuat dan lebih daktail dengan nilai berturut-turut 1,97% dan 18,33% terhadap susunan laminasi lurus (Mujiman, 2015). Setiap jenis bambu memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur dari balok laminasi yang nantinya diharapkan dapat menjadi alternatif kayu dalam bidang konstruksi. Pengujian sifat-sifat bambu mengacu pada (ISO 22157-1, 2019).

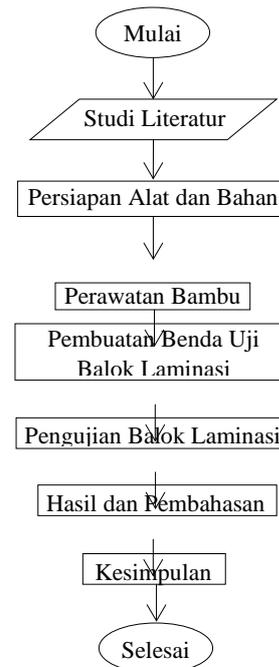
METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian proses pembuatan proyek akhir bambu benel Banyuwangi laminasi susunan brick terhadap kuat tekan dan kuat lentur dapat dilihat pada Gambar 1. Tujuan utama dari flow chart adalah untuk menyederhanakan proses pelaksanaan atau prosedur untuk memudahkan pemahaman tentang langkah pengerjaan.

Studi Literatur

Tahap awal pada pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mempelajari referensi yang berkaitan dengan topik penelitian. Referensi

didapatkan melalui buku-buku, jurnal, internet dan berbagai sumber lainnya yang dapat dipercaya.



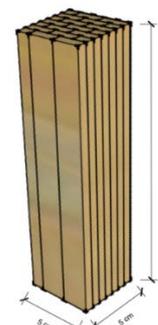
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perawatan Bambu

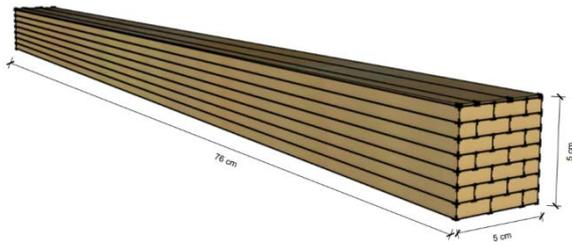
Tujuan dari perawatan bambu adalah untuk mengurangi kadar air dan meningkatkan kualitas bambu. Proses perawatan bambu adalah dengan mendiamkan bambu diluar ruangan tanpa terpapar sinar matahari secara langsung hingga kadar air mencapai $12 \pm 3\%$.

Pembuatan benda Uji Balok Laminasi

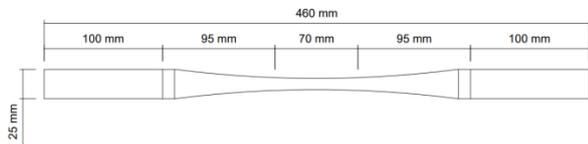
Pembuatan benda uji dengan dimensi yang sudah ditentukan seperti Gambar 2 untuk pengujian kuat tekan, Gambar 3 untuk pengujian kuat lentur dan Gambar 4 untuk pengujian kuat tarik yaitu dengan memberi perekat pada bilah bambu laminasi dan disusun secara *brick* seperti pada Gambar 5(a) kemudian di kempa menggunakan alat klem hingga bilah-bilah bambu rapat dan didiamkan sampai perekat mengering seperti Gambar 5 (b).



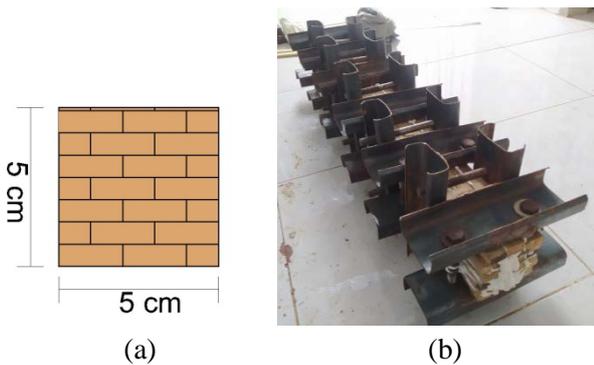
Gambar 2. Benda Uji Kuat Tekan



Gambar 3. Benda Uji Kuat Lentur



Gambar 4. Benda Uji Kuat Tarik



Gambar 5 (a). Penampang Arah Benda Uji Melintang (b). Proses Pengempaan Benda Uji

Pengujian balok laminasi

Pengujian balok laminasi mengacu pada (SNI 03-3958, 1995) tentang kuat tekan (SNI 03-4154, 1996) dan (SNI 03-3959, 1995) tentang kuat lentur, dan (SNI 03-3399, 1994) tentang kuat tarik. Kuat tekan balok laminasi diketahui menggunakan rumus persamaan 1, Kuat lentur menggunakan rumus persamaan 2, dan kuat tarik menggunakan rumus persamaan 3.

$$f_{c//} = \frac{P}{b.h} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_b = \frac{3Pl}{2bh^2} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (2)$$

$$f_t = \frac{P}{b.h} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- $f_{c//}$ = Kuat tekan sejajar serat (MPa)
- f_b = Kuat lentur (MPa)
- f_t = Kuat Tarik (MPa)
- P = Beban maksimum (kN)
- b = Lebar (mm)
- h = Tinggi (mm)
- l = Jarak tumpuan (mm)

Klasifikasi bambu laminasi

Klasifikasi kayu ditinjau berdasarkan kuat tekan dan kuat lentur yang mengacu pada (SNI 03-3399, 1994) yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Pada peraturan terbaru dalam (SNI 7973, 2013) klasifikasi kayu dikenal dengan sebutan kode mutu yang ditinjau berdasarkan nilai desain acuan yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Kelas Kuat Kayu Berdasarkan Kuat Lentur dan Kuat Tekan (SNI 03-3527-1994)

Kelas Kuat	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Sejajar Serat (Kg/cm ²)
I	> 1221	> 630
II	795	411
III	437	266
IV	278	193
V	< 278	< 193

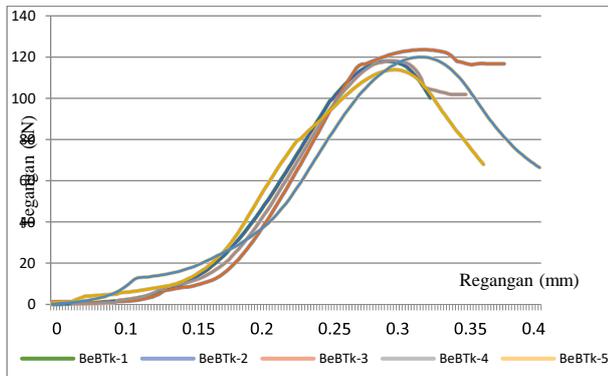
Tabel 2. Kode Mutu Kayu Berdasarkan Nilai Desain Acuan (SNI 7973-2013)

Kode Mutu	Nilai Desain Acuan (MPa=N/mm ²)			MOE
	F _b	F _t	F _{c//}	
E25	26.0	22.9	22.9	25000
E24	24.4	21.5	21.5	24000
E23	23.2	20.5	20.5	23000
E22	22.0	19.4	19.4	22000
E21	21.3	18.8	18.8	21000
E20	19.7	17.4	17.4	20000
E19	18.5	16.3	16.3	19000
E18	17.3	15.3	15.3	18000
E17	16.5	14.6	14.6	17000
E16	15.0	13.2	13.2	16000
E15	13.8	12.2	12.2	15000
E14	12.6	11.1	11.1	14000
E13	11.8	10.4	10.4	13000
E12	10.6	9.4	9.4	12000
E11	9.1	8.0	8.0	11000
E10	7.3	6.9	6.9	10000
E9	7.1	6.3	6.3	9000
E8	5.5	4.9	4.9	8000
E7	4.3	3.8	3.8	7000
E6	3.1	2.8	2.8	6000
E5	2.0	1.7	1.7	5000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan balok laminasi dengan dimensi 50 x 50 x 200 mm rata-rata sebesar 47,60 MPa dan memiliki karakter yang mirip kayu kuat kelas II berdasarkan (SNI 03-3257, 1994) dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 tahun 2013 dapat dilihat pada **Tabel 3** serta grafik pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Garfik Hubungan Tegangan dan Regangan Kuat Tekan Laminasi

Gambar 6 menunjukkan perilaku keseragaman hubungan tegangan dan regangan kuat tekan balok laminasi pada awal pembebanan semua benda uji mengalami peningkatan secara linear sampai beban maksimum. Terdapat perbedaan penurunan grafik setelah beban maksimum antara BeBTK-1, BeBTK-4, dan BeBTK-5 dengan BeBTK-2 dan BeBTK-3. Regangan maksimum balok laminasi dialami oleh sampel BeBTK-5 yaitu 0,41 mm. Sedangkan nilai tegangan tertinggi adalah BeBTK-2 sebesar 123,61 kN. Benda uji mengalami deformasi yaitu perpindahan rata-rata sebesar 0,37 mm dari bentuk awal akibat beban kuat tekan yang diterima. Penerimaan beban maksimum pada benda uji mengakibatkan kerusakan pada benda uji, terdapat 2 jenis kerusakan pada benda uji yaitu kerusakan tekuk yang dapat dilihat pada **Gambar 7** dan kerusakan belah memanjang seperti pada **Gambar 8**. Kerusakan tekuk dikarenakan serat bambu melengkung keluar dan mengalami pembengkokan karena beban yang diterima. Benda uji BeBTK-1, BeBTK-2, BeBTK-4 dan BeBTK-5 menunjukkan kerusakan tekuk. Kerusakan belah memanjang terjadi pada benda uji BeBTK-3 yang disebabkan lepasnya laminasi-laminasi pada bambu atau delaminasi.



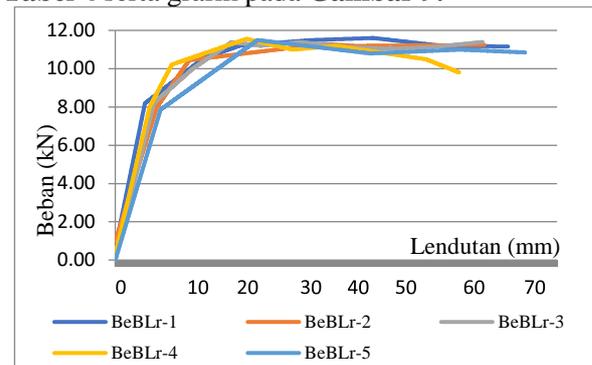
Gambar 7. Kerusakan Tekuk Balok Laminasi Uji Tekan



Gambar 8. Kerusakan Belah Memanjang Balok Laminasi Uji Tekan

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Hasil pengujian kuat lentur balok laminasi dengan dimensi 50 x 50 x 760 mm dapat dilihat pada **Tabel 4** serta grafik pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik Hubungan Beban dan Lenturan Pengujian Kuat Lentur Balok Laminasi

Gambar 9 menunjukkan sampel BeBLr-2 dan BeBLr-3 memiliki keseragaman nilai lenturan. BeBLr-4 memiliki nilai lenturan terkecil yaitu 59,57 mm tetapi memiliki beban maksimum tertinggi sebesar 11,86 kN. BeBLr-5 memiliki nilai lenturan tertinggi yaitu 70,02 mm. Perilaku elastis ditunjukkan saat balok kembali ke keadaan semula setelah beban dilepas. Benda uji mengalami kerusakan geser yang dapat dilihat pada **Gambar 10** dan kerusakan mendatar yang ditunjukkan pada **Gambar 11**. Kerusakan geser dikarenakan adanya penarikan pada bagian atas benda uji dan perpanjangan pada bagian bawah benda uji yang disebabkan beban yang diterima. Kerusakan mendatar yaitu lepasnya perekatan pada laminasi bambu atau debonding yang disebabkan beban yang diterima.



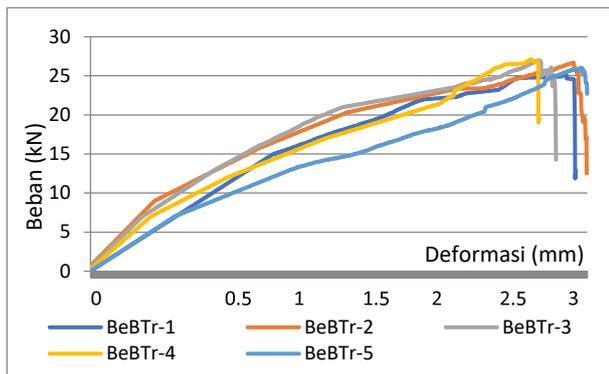
Gambar 10. Kerusakan Geser Balok Laminasi Uji Kuat Lentur



Gambar 11. Kerusakan Mendatar Balok Laminasi Uji Kuat Lentur

Hasil Pengujian Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik balok laminasi dengan dimensi 25 x 25 x 460 mm dapat dilihat pada **Tabel 5** serta grafik pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Grafik Hubungan Beban dan Deformasi Pengujian Kuat Tarik Balok Laminasi

Berdasarkan pada **Gambar 12** menunjukkan bahwa sampel BeBTr-1 dan BeBTr-2 memiliki nilai deformasi yang hampir sama, sampel BeBTr-3 dan BeBTr-4 juga memiliki nilai deformasi yang hampir sama. Sedangkan sampel BeBTr-5 memiliki deformasi terpanjang dari yang lainnya. Beban tarik meningkat secara perlahan dengan meningkatnya deformasi sampai beban maksimum diikuti oleh lepasnya serat-serat benda uji. Benda uji mengalami deformasi yaitu perpanjangan rata-rata sebesar 2,77 mm dari bentuk awal akibat beban tarik yang diterima. Untuk semua benda uji, terjadi kerusakan lepasnya serat-serat yang merambat diikuti dengan putusya benda uji. Pengujian kuat tarik bambu benel laminasi mengalami kerusakan serat-serat pada bagian bidang kuat tarik yang dapat dilihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Kerusakan Serat Balok Laminasi Uji Kuat Tarik

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok Laminasi

Kode Benda Uji	Dimensi			Deformasi (mm)	Beban <i>full</i> (mm)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)
	L (mm)	T (mm)	P (mm)				
BeBTk-1	49,10	50,30	200	0,34	117,81	486,41	47,70
BeBTk-2	50,40	51,20	200	0,39	123,61	488,46	47,90
BeBTk-3	49,20	49,50	200	0,37	114,04	477,48	46,83
BeBTk-4	49,90	49,60	200	0,36	118,21	487,02	47,76
BeBTk-5	49,80	50,40	200	0,41	120,30	487,64	47,82
Rata-rata				0,37	118,74	485,40	47,60

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Laminasi

Kode Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Lendutan (mm)	Beban <i>full</i> (mm)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)
	L (mm)	T (mm)	P (mm)					
BeBLr-1	49,70	50,10	760	710	68,10	11,51	1001,99	98,26
BeBLr-2	49,50	49,90	760	710	61,73	11,33	998,26	97,90
BeBLr-3	49,30	50,40	760	710	61,13	11,58	1004,21	98,48
BeBLr-4	49,00	51,10	760	710	59,57	11,86	1006,63	98,72
BeBLr-5	49,60	50,10	760	710	70,02	11,49	1002,27	98,29
Rata-rata						11,55	1002,67	98,33

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Balok Laminasi

Kode Benda Uji	Dimensi		Luas Penampang (mm ²)	Deformasi (mm)	Beban fult (kN)	Kuat Tarik (Kg/cm ²)	Kuat Tarik (MPa)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)					
BeBTr-1	9,90	9,70	96,03	2,71	25,85	2744,90	269,19
BeBTr-2	10,20	9,50	96,90	2,86	27,01	2842,32	278,74
BeBTr-3	10,10	9,70	97,97	2,65	27,36	2847,71	279,27
BeBTr-4	9,90	9,80	97,02	2,60	27,15	2853,52	279,84
BeBTr-5	10,00	9,70	97,00	3,02	26,45	2780,52	272,68
Rata-rata				2,77	26,76	2813,79	275,94

Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Nilai Modulus Elastisitas lentur bambu benel Banyuwangi laminasi didapatkan dari pengujian kuat lentur yang disajikan dalam **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Balok Laminasi

Kode Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Selisih Pembebanan (kN)	Selisih Lenutan (mm)	Modulus Elastisitas (MPa)
	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Panjang (mm)				
BeBLr-1	49,70	50,10	760	710	8,10	4,20	27.610,94
BeBLr-2	49,50	49,90	760	710	7,98	4,25	27.316,32
BeBLr-3	49,30	50,40	760	710	8,20	4,40	26.420,30
BeBLr-4	49,00	51,10	760	710	8,01	4,50	24.359,94
BeBLr-5	49,60	50,10	760	710	7,90	4,51	25.128,74
Rata-rata							26.167,25

Berdasarkan **Tabel 4** nilai MOE rata-rata sebesar 26.167,25 MPa. Pada pengujian kuat lentur balok laminasi mengalami lendutan saat terkena beban maksimal, akan tetapi jika beban maksimal dilepaskan bambu laminasi akan kembali ke bentuk semula, namun keretakan pada bambu laminasi masih bisa dilihat sebagai garis retakan. Dapat disimpulkan bahwa hasil MOE memiliki pendekatan kode mutu E25 menurut (SNI 03-3399, 1994).

Klasifikasi Balok Laminasi

Berdasarkan Hasil pengujian balok bambu benel Banyuwangi laminasi dapat diasumsikan memiliki kedekatan mutu kuat tekan dan kelas kuat sesuai dengan klasifikasi menurut acuan (SNI 03-3257, 1994) maupun (SNI 7973, 2013). Data pengklasifikasian disajikan pada **Tabel 7** menurut SNI 03-3527 tahun 1994 dan **Tabel 8** menurut SNI 7973 tahun 2013.

Tabel 7. Klasifikasi Kelas Kuat Bambu Benel Laminasi

Jenis Pengujian	Nilai Rata-rata (Kg/cm ²)	Kelas Kuat (SNI 03-3527, 1994)
Uji Kuat Tekan	485,40	II

Uji Kuat Lentur	1.002,67	II
-----------------	----------	----

Tabel 8. Klasifikasi Kelas Kuat Bambu Benel Laminasi

Jenis Pengujian	Nilai Rata-rata (MPa)	Kode Mutu (SNI 7973, 2013)
Uji Kuat Tekan (F_c)	47,60	E25
Uji Kuat Lentur (F_b)	98,33	E25
Uji Kuat Tarik (F_t)	275,94	E25
MOE Lentur (E)	26.167,25	E25

Berdasarkan **Tabel 7** dan **Tabel 8** klasifikasi bambu laminasi menurut kelas kuat dan kode mutu, dapat disimpulkan bahwa bambu benel Banyuwangi laminasi susunan brick dengan karakter yang mirip kelas kuat dan kode mutu kayu memiliki nilai kelas kuat II menurut (SNI 03-3257, 1994) dan kode mutu E25 menurut (SNI 7973, 2013) dalam aspek kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan MOE lentur.

KESIMPULAN

Hasil pengujian bambu benel Banyuwangi laminasi susunan *brick* dapat disimpulkan berdasarkan pengujian kuat tekan nilai rata-rata sebesar 47,60 MPa dengan menahan beban rata-rata 118,74 kN. Pengujian kuat lentur memiliki nilai rata-rata sebesar 98,33 MPa dengan mampu menahan beban rata-rata sebesar 11,55 kN. Pengujian kuat tarik memiliki nilai rata-rata sebesar 275,94 MPa dengan mampu menahan beban rata-rata sebesar 26,76 kN. Pengujian modulus elastisitas yang didapatkan dari pengujian kuat lentur memiliki rata-rata sebesar 26.167,25 MPa.

Dari hasil pengujian bambu benel Banyuwangi laminasi susunan *brick* berdasarkan kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik memiliki karakter yang mirip kayu kelas kuat II berdasarkan SNI 03-3527 tahun 1994 dan kode mutu E25 berdasarkan SNI 7973 tahun 2013. Bambu benel Banyuwangi laminasi mengalami peningkatan kekuatan daripada bilah bambu. Terdapat 5 jenis kerusakan pada bambu laminasi yaitu kerusakan tekuk, lepasnya laminasi (*delaminasi*), lepasnya rekatan laminasi (*debonding*), kerusakan geser dan kerusakan pada serat bambu. Pada pengujian kuat tekan terjadi kerusakan tekuk dan belah memanjang akibat lepasnya laminasi atau *delaminasi*. Pengujian kuat lentur mengalami kerusakan mendatar yang disebabkan lepasnya perekatan pada laminasi bambu atau *debonding* dan kerusakan geser. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik mengalami kerusakan pada serat bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- ISO 22157-1. (2019). *Bamboo Structures Determination of physical and Mechanical Properties Of Bamboo Culms - Test Methods*.
- SNI 03-4154, Badan Standardisasi Nasional (1996).
- SNI 03-3959, Badan Standardisasi Nasional (1995).
- SNI 03-3399, Badan Standardisasi Nasional (1994).
- SNI 03-3958, Badan Standardisasi Nasional (1995).
- Mujiman. (2015). *Pengaruh Bentuk dan Tebal Lamina Pada Kekuatan Lentur dan Geser Balok Laminasi-Vertikal Bambu Petung yang dibebani Tangensial*. Universitas Gadjah Mada.
- Ndale, F. X. (2013). Sifat Fisik Dan Mekanik Bambu Sebagai Bahan Konstruksi. *Jurnal Teknik Universitas Flores*, 7(2), 22–31.
- Priyanto, A., & Yasin, I. (2019). Pemanfaatan Laminasi Bambu Petung Untuk Bahan

Bangunan. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(2), 23–39. <https://doi.org/10.30738/jst.v5i2.5803>

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>

Setyo H., N. I., Satyarno, I., Sulistyono, D., & Prayitno, T. A. (2014). Sifat mekanika bambu petung laminasi. *Dinamika Rekayasa*, 10(1), 6–13.

<http://dinarek.unsoed.ac.id/jurnal/index.php/dinarek/article/view/59/57>

SNI 03-3257, Badan Standardisasi Nasional (1994).

SNI 7973, Pub. L. No. SNI 7973, Badan Standardisasi Nasional (2013). www.bsn.go.id