

ANALISIS KARAKTERISTIK BAMBU SEBAGAI MATERIAL DINDING NON STRUKTURAL

Desi Putri*, Astuti Masdar², Endah Lestari¹ dan Abdul Rokhman³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat Duri Kosambi, Jakarta
e-mail: desi.putri@itpln.ac.id

¹Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh, Jl. Sawah Padang Payakumbuh, Sumbar
e-mail: astuti_masdar@yahoo.com

²Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat Duri Kosambi, Jakarta
e-mail: endahlestari@itpln.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat Duri Kosambi, Jakarta
e-mail: abdulrokhman@itpln.ac.id

ABSTRAK

Bambu merupakan material konstruksi ramah lingkungan mempunyai keunggulan dari segi kekuatan yang diketahui dari sifat mekaniknya seperti kuat tarik, kuat tekan dan kuat lentur. Bambu diaplikasikan sebagai material pada komponen struktur seperti balok, kolom dan *truss*. Bambu juga dapat diaplikasikan sebagai komponen non struktur berupa dinding. Pada saat gempa bumi kerusakan pada bangunan didominasi oleh kerusakan pada dinding, meskipun dinding bukan sebagai komponen struktur. Keruntuhan pada dinding non struktur banyak menimbulkan kerugian dan korban luka termasuk korban jiwa. Salah satu upaya untuk mencegah timbulnya korban jiwa akibat runtuhnya dinding bangunan pada saat terjadi gempa adalah dengan membuat dinding terbuat dari bambu laminasi. Dengan kegagalan dinding dimana kekuatan terendah adalah geser sehingga perlu diketahui kekuatan mekanik bambu khususnya geser sebagai pertimbangan dalam desain. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik bambu Petung sebagai bahan dasar dalam pembuatan bambu laminasi. Bambu Petung dilakukan dengan dua kondisi, kondisi pertama bambu Petung tanpa dilakukan pengawetan bambu dan kondisi kedua bambu Petung dengan dilakukan pengawetan pada bambu. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan standar ISO N225157-1 untuk pembuatan benda uji dan Standar N22157-2 untuk pengujian material. Pengawetan bambu mengacu pada SNI 8909-2020. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bambu Petung yang dilakukan pengawetan memiliki sifat fisik dan sifat mekanik yang lebih tinggi dari pada bambu Petung tanpa dilakukan pengawetan. Kadar air pada bambu Petung mengalami kenaikan 1,22% pada daerah nodia dan 2,76 % pada daerah internodia. Kerapatan Bambu Petung mengalami kenaikan sebesar 8,33% pada daerah nodia dan 11,36 % pada daerah internodia. Kuat geser pada Bambu Petung baik pada daerah nodia maupun pada daerah internodia masing masing sebesar 25,19% untuk daerah nodia dan pada daerah internodia terjadi peningkatan kuat geser bambu Petung sebesar 28,21%.

Kata kunci: bambu, sifat fisik, sifat mekanik, pengawetan

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu ancaman bencana yang paling sering terjadi di Indonesia. Gempa bumi dapat didefinisikan sebagai sebuah getaran di permukaan bumi yang diakibatkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba akibat pergerakan lempeng bumi atau letusan gunung api (Widodo, 2012). Indonesia menjadi salah satu negara dengan riwayat panjang kejadian gempa karena terletak di antara pertemuan Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, serta Lempeng Pasifik. Lempeng-lempeng tektonik ini bergerak ke arah tertentu dengan kecepatan tertentu sehingga menghasilkan tumbukan yang berakibat pada terjadinya gempa bumi.

Dinding merupakan struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Fungsi dinding adalah membatasi suatu bangunan dan menyokong struktur lainnya, membatasi ruang dalam bangunan menjadi ruangan-ruangan, melindungi atau membatasi suatu ruang di alam terbuka. Ditinjau dari segi struktur dan konstruksi, dinding ada yang berupa dinding partisi/pengisi (tidak menahan beban) dan ada yang berupa dinding struktural (*bearing wall*). Meskipun dinding bukan sebagai komponen struktur, pada saat gempa bumi kerusakan pada bangunan didominasi oleh kerusakan pada dinding. Satu hal yang perlu digarisbawahi adalah gempa tidak menyebabkan korban jiwa secara langsung. Sebagian besar korban jiwa yang timbul dalam kejadian bencana gempa bumi, disebabkan oleh reruntuhan bangunan yang kemudian menimpa penghuni di dalamnya.

Fakta yang bisa dilihat dari pasca gempa adalah bangunan rusak dan roboh. Komponen yang sangat vital adalah komponen dinding. Salah satu dinding yang banyak mengalami keruntuhan dan rusak berat adalah dinding yang menggunakan bahan dari batu bata. Oleh sebab itu perlu dicari solusi untuk membuat dinding yang tahan gempa yaitu dengan menggunakan material lain yang ringan, kuat dan mudah didapatkan sehingga kerugian moril dan materil dapat diminimalisir. Salah satu upaya untuk mencegah timbulnya korban jiwa akibat runtuhnya dinding bangunan

pada saat terjadi gempa adalah dengan membuat dinding bangunan menggunakan material dinding terbuat dari bambu laminasi.

Bambu dengan nama botani *Dendrocalamus asper*, di Indonesia dikenal dengan nama bambu petung, merupakan salah satu jenis bambu yang memiliki ukuran lingkaran batang yang besar dan termasuk ke dalam suku rumput-rumputan. Bambu Petung adalah salah satu jenis bambu yang banyak digunakan sebagai material konstruksi karena memiliki keunggulan dari sifat fisik maupun mekaniknya. Bambu Petung memiliki batang dengan ketinggian 20-30m dan bentuk tegak serta melengkung dengan panjang ruas berkisar antara 40- 50cm (Damayanti, dkk, 2015). Bambu Petung pada umur 3 sampai 5 dengan berat jenis 0,72 kg/cm³ dan kadar air 15,5% memiliki nilai modulus elastisitas sekitar 12888 MPa. Bila diklasifikasikan menurut EN338, bambu Petung setara dengan kayu lunak C35 atau kayu keras D40 (Irawati, dkk, 2012). Kondisi tanah dan topografi tempat tumbuh bambu Petung mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanik bambu Petung (Masdar, dkk, 2010).



Gambar 1. Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*)

Gambar di atas menampilkan beberapa batang bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang memiliki ciri khas berupa ukuran batang yang besar dengan ruas-ruas yang jelas. Bambu petung, seperti yang terlihat pada gambar, memiliki batang tebal dan kuat dengan permukaan kasar. Pada bagian nodus atau ruas, sering kali tumbuh tunas dan cabang-cabang kecil (lihat Gambar 1). Sifat fisik dan sifat mekanik bambu merupakan sifat yang harus diperhatikan dalam merancang bangunan yang menggunakan bahan dari bambu karena kedua sifat ini sangat diperlukan sebagai pertimbangan untuk mendapatkan hasil perancangan yang lebih optimal. Dengan kegagalan dinding dimana kekuatan terendah adalah geser sehingga perlu diketahui kekuatan mekanik bambu khususnya geser sebagai pertimbangan dalam desain dinding. Bambu Petung adalah bahan organik yang sangat rentan terhadap gangguan organisme perusak seperti jamur pewarna, jamur pelapuk, rayap tanah, rayap kayu kering, kumbang ambrosia serta bubuk kayu kering. Batangnya yang memiliki banyak zat pati dengan rasa yang manis sangat digemari oleh kumbang ataupun bubuk. Kondisi ini menjadi penghalang pemanfaatan bambu Petung sebagai bahan konstruksi. Tanpa pengawetan umur bangunan akan pendek, hanya mencapai 5 tahun sehingga tidak efektif meskipun secara karakteristik mekanik bambu Petung mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan bambu jenis lain.

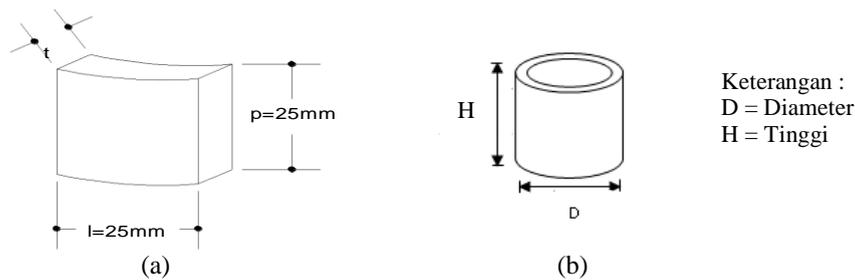
Pengawetan merupakan upaya yang dilakukan untuk meningkatkan durabilitas bambu Petung sebagai bahan konstruksi. Metode pengawetan bambu secara tradisional dilakukan dengan cara perendaman batang bambu di kolam atau di sungai. Metode ini memerlukan waktu yang lama sekitar 3 - 6 bulan sehingga untuk kebutuhan bambu yang banyak atau produksi dalam jumlah besar memerlukan waktu yang lama atau media rendaman yang luas (Masdar, dkk, 2023).

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik bambu Petung dengan dilakukan pengawetan dan tanpa dilakukan pengawetan. Hasil penelitian dijadikan referensi dalam pembuatan bambu laminasi yang digunakan sebagai material dalam pembuatan dinding non struktural. Hasil penelitian bisa juga dijadikan sebagai referensi dalam perencanaan struktur konstruksi yang menggunakan bahan bambu sehingga dapat mendorong masyarakat dalam menggunakan bambu sebagai bahan material pilihan dengan dukungan data dan penelitian terkait material bambu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium. Ada dua tahapan dalam penelitian ini yaitu tahapan pengujian sifat fisik bambu dan tahapan pengujian sifat mekanik bambu untuk berbagai macam variasi benda uji. Pada tahapan pengujian sifat fisik bambu dilakukan pengujian kadar air bambu dan kerapatan bambu terhadap nodia dan internodia untuk bambu yang diawetkan dan bambu tanpa pengawetan. Pada pengujian sifat mekanik dilakukan pengujian kuat geser terhadap nodia dan internodia pada bambu tanpa pengawetan dan dengan pengawetan. Sebelum pengujian, pada bambu dengan pengawetan terlebih dahulu diawetkan menggunakan metode gravitasi, sebagaimana tercantum dalam SNI 8909 2020. Pengawet yang digunakan adalah Borax dan Boric Acid. Pengawetan yang dilakukan terhadap Bambu Petung dengan konsentrasi larutan sebesar 5%. Pengontrolan konsentrasi larutan pengawet dilakukan dengan menggunakan alat Hidrometer.

Pembuatan benda uji sifat fisik dan benda uji sifat mekanik dibuat menurut Standard ISO N22157- 1:2004. Bagian bambu petung yang diambil untuk pengujian sifat fisik dan sifat mekanik yaitu *internodia* dan *nodia*. Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi adalah 10 benda uji dengan jumlah total benda uji sebanyak 80 buah benda uji. Ukuran benda uji untuk keperluan pengujian dengan bentuk spesimen seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk dan Ukuran Benda Uji a) Kadar air dan kerapatan b) Kuat geser

Pengujian benda uji sifat fisik dan benda uji sifat mekanik dilakukan berdasarkan Standar ISO N22157- 2:2004. Pengujian geser dilakukan menggunakan alat uji tekan (*compression testing machine*). Perhitungan nilai kadar air dan kerapatan pada Bambu Petung dilakukan menggunakan rumusan yang tercantum dalam ISO N22157.2 sebagaimana disajikan pada Persamaan (1) dan Persamaan (2)

$$M_c = \frac{M - M_o}{M_o} \times 100\% \tag{1}$$

dengan M_c = kadar air, M = berat sebelum di oven dan M_o = berat setelah di oven

$$\rho = \frac{M_o}{V} \times 100\% \tag{2}$$

dengan ρ = berat jenis, M_o = berat setelah di oven dan V = volume sebelum di oven

Untuk kuat tekan geser Bambu Petung dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) berdasarkan prosedur ISO N22157-1:2004

$$\tau_{avg} = \frac{P}{\sum(t \times h)} \tag{3}$$

Dengan τ_{avg} = tegangan geser, P = beban maksimum, t = tebal benda uji dan h = tinggi benda uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kadar Air dan Kerapatan

Pengujian kadar air dan kerapatan Bambu Petung dilakukan pada bambu yang tidak diawetkan dan pada bambu diawetkan baik pada daerah nodia/ruas maupun pada daerah inter nodia/ antar ruas sebagaimana yang disajikan pada Gambar 3. Hasil Pengujian kadar air dan kerapatan bambu Petung dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Rata-rata Kadar Air Bambu Petung

Posisi pada batang	Kadar Air (%)
--------------------	---------------

bambu	Tanpa pengawet	Dengan pengawet	Peningkatan kadar air (%)
Nodia	13,95	14,12	1,22
Internodia	13,43	13,80	2,76

Tabel 2. Rata-rata Kerapatan Bambu Petung

Posisi pada batang bambu	Kerapatan (%)		
	Tanpa pengawet	Dengan pengawet	Peningkatan kerapatan (%)
Nodia	0,96	1,04	8,33
Internodia	0,88	0,98	11,36



Gambar 3. Spesimen pada pengujian kadar air dan kerapatan pada bambu Petung

Hasil pengujian kadar air dan kerapatan bambu dihitung berdasarkan persamaan (1) dan (2). Dari hasil pengujian sifat fisik diketahui kadar air pada daerah nodia lebih tinggi daripada kadar air pada daerah internodia untuk masing-masing kondisi baik dengan pengawetan dan tanpa pengawetan. Nilai kadar air bambu bila dibandingkan dengan pengawetan dan tanpa pengawetan mengalami peningkatan pada bambu dengan pengawetan dengan besaran nilai kenaikan 1,22% pada daerah nodia dan 2,76 % pada daerah internodia.

Nilai kerapatan bambu pada daerah nodia lebih besar dari kerapatan bambu pada daerah internodia untuk masing-masing kondisi dengan pengawetan maupun tanpa pengawetan. Nilai kerapatan bambu bila dibandingkan dengan pengawetan dan tanpa pengawetan mengalami peningkatan pada bambu dengan pengawetan dengan besaran nilai kenaikan 8,33% pada daerah nodia dan 11,36% pada daerah internodia. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis diketahui bahwa pengawetan mempengaruhi kerapatan bambu dimana bambu dengan pengawetan mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dari pada bambu tanpa diawetkan terlebih dahulu.

3.2 Kuat Geser Bambu Petung

Pengujian kuat geser sejajar serat pada Bambu Petung dilakukan untuk mengetahui kemampuan bahan menahan gaya akibat beban yang bekerja dan akibat pengawetan bambu. Pengujian dilakukan sampai beban maksimum (P_{ult}) sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Kuat Geser Bambu

Hasil pengujian kuat geser sejajar serat dihitung berdasarkan persamaan (3), sedangkan hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Kuat Geser Bambu Petung

Posisi pada batang bambu	Kuat Geser (MPa)		
	Tanpa pengawet	Dengan pengawet	Peningkatan kuat tekan (%)
Nodia	8,06	10,09	25,19
Internodia	7,41	9,50	28,21

Nilai kuat geser rata-rata untuk bambu yang diawetkan pada daerah nodia maupun daerah internodia sebagaimana yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan adanya peningkatan. Nilai kuat geser rata-rata Bambu Petung pada daerah nodia atau ruas adalah sebesar 8,06 MPa untuk bambu yang tidak diawetkan sedangkan setelah dilakukan pengawetan nilai kuat geser rata-rata pada daerah nodia menjadi 10,09 MPa yaitu meningkat sebesar 25,19%. Peningkatan nilai kuat geser ini juga terjadi pada Bambu Petung pada daerah internodia atau antar ruas. Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata kuat geser Bambu Petung pada daerah internodia adalah sebesar 7,41 MPa dimana nilai rata-rata Bambu Petung untuk bambu yang diawetkan pada daerah internodia adalah sebesar 9,50 MPa atau meningkat sebesar 28,21%. Nilai kuat geser akibat dilakukannya pengawetan pada Bambu Petung baik pada daerah nodia maupun internodia mengalami peningkatan sebagaimana terjadi pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Masdar, dkk (2023) pada pengujian kuat tekan Bambu Petung yang diawetkan. Peningkatan yang terjadi pada daerah internodia lebih besar dari pada daerah nodia meskipun perbedaannya relatif kecil. Bentuk kerusakan pada benda uji kuat geser pada nodia dan internodia disajikan pada Gambar 5.



(a) Kerusakan pada bagian nodia

(b) Kerusakan pada bagian internodia

Gambar 5. Kerusakan setelah dilakukan Pengujian Kuat Geser

Kerusakan yang terjadi pada bagian nodia adalah berupa retak-retak kecil yang terjadi karena gaya geser yang diterima oleh bambu terhalang oleh keberadaan nodia sehingga benda uji tidak terbelah. Berbeda dengan nodia kerusakan yang terjadi pada bagian internodia adalah retak vertikal searah serat yang diawali pada posisi beban sampai ke bagian tumpuan. Kerusakan terjadi sampai bambu terbelah atau terpisah dari bagian lainnya. Pecahan yang terjadi sesuai dengan banyaknya posisi beban pada benda uji yaitu ada empat titik beban.

Berdasarkan perilaku kerusakan yang terjadi pada benda uji dapat diketahui keberadaan nodia dapat berpengaruh terhadap kerusakan geser bambu Petung.

4. KESIMPULAN

Pengawetan yang dilakukan pada bambu Petung berpengaruh terhadap kerapatan dan kuat geser bambu. Terjadi peningkatan kadar air dan kerapatan pada bambu Petung baik pada daerah nodia maupun pada daerah internodia pada bambu yang diawetkan bila dibandingkan dengan tanpa pengawetan. Kadar air pada bambu Petung mengalami kenaikan sebesar 1,22% pada daerah nodia/ruas dan 2,76 % pada daerah internodia atau antar ruas. Kerapatan Bambu Petung mengalami kenaikan 8,33% pada daerah nodia dan 11,36% pada daerah internodia. Kuat geser pada Bambu Petung baik pada daerah nodia maupun pada daerah internodia masing masing sebesar 25,19% untuk daerah nodia dan pada daerah internodia atau antar ruas terjadi peningkatan kuat geser Bambu Petung sebesar 28,21%. Dapat disimpulkan bahwa selain untuk meningkatkan daya tahan bambu, proses pengawetan pada Bambu Petung dapat meningkatkan kekuatan geser Bambu Petung.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih atas pendanaan penelitian ini oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) Tahun Anggaran 2024 dan juga semua pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawati, IS., Saputra A., 2012, Analisis Statistik Sifat Mekanika bambu Petung. Simposium Nasional Rekayasa dan Budidaya Bambu (Sinar Bambu).UGM. Yogyakarta. pp. 60-65
- Junnaidy, R., Masdar, A.D., Marta and Masdar, A., 2017, Penggunaan serat bambu pada campuran beton untuk meningkatkan daktilitas pada keruntuhan beton, seminar nasional strategi pengembangan infrastruktur ke-3 (SPI-3), 131-135.
- Masdar, A., Pilko Sakiko, Ronny Junaidy, Anita Dewi Masdar, 2023, Pengaruh Pengawetan terhadap Kuat Geser Bambu Petung (*Dendrocolamus Asper*), Buletin Civil Engineering Vol.3 No.2, Agustus 2023, 1-6

- Masdar, Suhendro., B, Siswosukarto, S., Sulisty., J, 2014, Determinant of Critical Distance of Bolt on Bamboo Connection, *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, Volume 69:6, 111–115.
- Masdar, A., Noviarti and Zufrimar, 2016, Penggunaan penghubung geser dari ranting bambu sebagai upaya untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan balok bambu susun, *Jurnal Ipteks Terapan Research of Applied Science and Education* V10.i1, 66-70
- Masdar, A., Junnaidy, R., Miharti, I., dan Masdar, A. D., 2018 , Peningkatan kekuatan tarik beton berserat menggunakan serat bagian dalam bambu, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 12*, MT101-107
- Masdar, A., Siswosukarto, S., Noviarti and Suryani, D., Implementation of Connection System of Wooden Plate and Wooden Clamp on Joint Model of Bamboo Truss Structure. *International Journal of GEOMATE*, Vol. 17, Issue 59, 2019, 15-20
- Masdar, A., Noviarti, Suhendro, B, Siswosukarto, S and Joko Sulisty, 2019, Elastic Behavior of Connection System with Addition of Wooden Clamp on Bamboo Truss Structure, *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ISSN: 2277-3878, 7(6S5), 999-1004.
- Purwanto, D. 2011. Pembuatan Balok dan Papan dari Limbah Industri Kayu. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. *Jurnal Riset Industri*. Vol. 5. 13-20
- Widodo. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Belajar