

## PENENTUAN JARAK KRITIS BAUT PADA SAMBUNGAN BAMBU PETUNG (*DENDRACOLAMUS ASPER*)

Anita Dewi Masdar<sup>1)</sup>, Astuti Masdar<sup>2)</sup>, Meilani Inggriani<sup>3)</sup>, Ronny Junnaidy<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Sipi, Fakultas Farmasi Sains dan Teknologi, Universitas Dharma Andalas  
<sup>2,3,4)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh  
E-mail: [anitadewimasdar700@gmail.com](mailto:anitadewimasdar700@gmail.com)<sup>1)</sup>, [astuti\\_masdar@yahoo.com](mailto:astuti_masdar@yahoo.com)<sup>2)</sup>,  
[masdarastuti04@gmail.com](mailto:masdarastuti04@gmail.com)<sup>3)</sup>, [ronnyjunnaidy@gmail.com](mailto:ronnyjunnaidy@gmail.com)<sup>4)</sup>

### ABSTRAK

Kekuatan geser bambu yang rendah merupakan kendala dalam sistem sambungan. Kuat geser menjadi kriteria kritis yang menentukan kekuatan pada sambungan bambu. Penggunaan baut sebagai alat sambung bambu, harus mempertimbangkan jarak kritis untuk mencegah kegagalan awal pada sambungan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental berdasarkan standar ISO N 22157-1 dan 2 dengan tiga tahap pengujian. Pada tahap awal penelitian adalah pengujian sifat fisik (physical properties) batang bambu petung, yaitu kadar air dan kerapatan. Selanjutnya pada tahap kedua adalah pengujian sifat mekanik (mechanical properties) yaitu kekuatan geser dan kekuatan tumpu sejajar serat yang dilakukan pada Bambu Petung, dan tahap terakhir dilakukan analisis untuk menentukan jarak kritis baut pada sambungan Bambu Petung berdasarkan nilai kekuatan geser dan kekuatan tumpu sejajar serat. Berdasarkan hasil penelitian didapat rata-rata kadar air Bambu Petung memenuhi persyaratan untuk melakukan pengujian kuat geser dan kuat tumpu yaitu kadar air < 15%. Untuk nilai kuat geser Bambu Petung pada bagian nodia 8,84 MPa dan internodia 7,85 MPa. Dan untuk rata-rata kuat tumpu Bambu Petung bagian nodia 52,37 MPa dan internodia 53,05 MPa. Berdasarkan nilai kuat geser dan kuat tumpu dapat menentukan jarak kritis baut pada sambungan Bambu Petung dari ujung batang bambu tanpa simpul ke baut dengan rata-rata yaitu 6,09 kali diameter baut.

Kata kunci : Bambu Petung, Sambungan, Jarak Kritis

### ABSTRACT

*The low shear strength of bamboo is a constraint in connection systems. Shear strength is a critical criterion that determines the strength of a bamboo connection. The use of bolts as a means of connecting bamboo must consider the critical distance to prevent early failure of the connection. This research was conducted experimentally based on ISO N 22157-1 and 2 standards with three stages of testing. At the initial stage of the research, physical properties of the bamboo culm were tested, namely moisture content and density. Furthermore, in the second stage, mechanical properties testing was carried out, namely shear strength and fiber parallel fulcrum strength carried out on Petung Bamboo, and the last stage was carried out an analysis to determine the critical distance of bolts in Petung Bamboo connections based on the value of shear strength and fiber parallel fulcrum strength. Based on the results of the study, it was found that the average moisture content of Petung Bamboo met the requirements for testing shear strength and fulcrum strength, namely moisture content < 15%. For the shear strength value of Bamboo Petung in the nodia section 8.84 MPa and internodia 7.85 MPa. And for the average strength of the Bamboo Petung nodia section 52.37 MPa and internodia 53.05 MPa. Based on the value of shear strength and fulcrum strength, it can determine the critical distance of bolts in the Petung Bamboo connection from the end of the bamboo stem without knots to the bolt with an average of 6.09 times the bolt diameter..*

Keyword : Petung Bamboo, Joints, Critical Distance

## 1. PENDAHULUAN

Bambu merupakan tanaman yang sangat bermanfaat bagi manusia. Penggunaan bambu digunakan di berbagai bidang, mulai dari kerajinan hingga konstruksi. Pada bidang konstruksi penggunaan bambu digunakan sebagai material pengganti kayu. Pada saat ini, kondisi hutan semakin memburuk karena eksploitasi hutan yang meningkat, sementara pertumbuhan kayu membutuhkan waktu yang sangat lama. Umur kayu yang digunakan untuk konstruksi membutuhkan waktu 20 hingga 40 tahun, sementara bambu yang digunakan untuk material konstruksi umur 3-5 tahun [1]. Bambu mempunyai batang yang kuat dan lentur menjadikan material bambu tahan terhadap angin dan gempa, sehingga dapat dijadikan material bangunan yang kuat jika dibangun dengan baik sesuai standar yang telah ditetapkan. Bambu petung adalah jenis bambu yang sering ditemukan di Indonesia. Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) memiliki ukuran lingkaran batang yang besar sehingga cocok dijadikan material konstruksi. Bambu ini dipilih oleh masyarakat sebagai bahan bangunan karena bentuk fisik bambu yang kuat dan memiliki batang yang cenderung lurus dengan panjang tiap ruas sekitaran 25-60 cm dan diameter 3,5-15 cm [2].

Penggunaan bambu sebagai material konstruksi dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanik. Sifat fisik bambu dipengaruhi oleh beberapa aspek, seperti kerapatan, jenis bambu, umur bambu, kadar air, dan keberadaan ruas-ruas pada batang yang akan menghasilkan karakteristik yang berbeda dan sifat mekanik pada bambu dipengaruhi oleh kekuatan tumpu sejajar serat dan kekuatan geser. Material bambu yang kuat tidak dapat digunakan secara maksimal karena adanya kendala pada sistem sambungan. Karakteristik mekanik yang menentukan kekuatan sambungan diantaranya adalah kuat geser dan kuat tumpu sejajar serat, untuk sambungan yang menggunakan baut sebagai penghubung. Baut digunakan sebagai penghubung sambungan bambu, sehingga kuat geser yang menjadi kriteria kritis dalam menentukan kekuatan sambungan bambu. Ketika jarak baut dan ujung batang bambu dengan baut lainnya melebihi jarak tertentu, maka kekuatan tumpu menjadi kritis dan pada saat kritis umumnya kekuatan kuat tumpu akan melebihi

kekuatan kuat geser [3]. Oleh karena itu, perlu diketahui nilai jarak kritis baut pada batang bambu petung berdasarkan sifat mekanik dari bambu tersebut. Melalui penelitian ini diketahui jarak baut pada ujung batang bambu sehingga memudahkan dalam pengaplikasiannya pada konstruksi bambu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Umum Bambu Petung

Bambu merupakan tanaman yang sering digunakan sebagai material konstruksi dari dahulu hingga saat ini. Bambu petung adalah bambu yang sering ditemukan di Indonesia seperti di pulau Sumatra, Jawa, Bali, Kalimantan, dan Sulawesi. Bambu ini secara fisik memiliki Panjang berkisar 20 hingga 30 meter [4]. Ketersediaan dan penggunaan bambu yang mudah bisa dijadikan sebagai alternatif pengganti kayu. Namun, penggunaannya selama ini hanya sebagai perancah, sementara penggunaan bambu bisa digunakan untuk material struktur pengganti kayu.



**Gambar 1.** Bambu Petung

Penggunaan material bambu pada bidang konstruksi memerlukan usia bambu dengan rentang 3 sampai 5 tahun. Bambu mempunyai sifat kuat tarik yang tinggi, dan ada beberapa jenis bambu kuat tariknya yang melebihi kuat tarik baja. Hal ini merupakan suatu kenyataan bahwa bambu memiliki serat yang sejajar dan lurus, sehingga kekuatan bambu terhadap gaya normal cukup baik [5] Bambu juga memiliki kelembapan yang tinggi

sehingga dapat memikul momen lentur dan bambu memiliki sifat elastis tetapi bambu lemah pada kekuatan sambungan.

## 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik Bambu

Bambu dalam penggunaannya sebagai material struktur dapat dipakai komponen struktur lantai, balok, kolom, dan kuda-kuda. Kekuatan bambu sebagai bahan konstruksi dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekaniknya. [6]. Sifat fisik bambu dipengaruhi oleh kadar air, berat jenis, jenis bambu, umur bambu, waktu penebangan, tempat tumbuh bambu, hal ini penting untuk memahami kestabilan dimensi bambu, dalam melakukan penelitian ini bambu yang digunakan adalah Bambu Petung (*Dendrocolamus Asper*). Tujuan dilakukan pengujian sifat fisik adalah untuk mengetahui kadar air dan berat jenis bambu yang akan diuji

Sifat mekanik pada bambu pada penelitian ini meliputi kekuatan tumpu sejajar serat dan kekuatan geser sejajar serat. Kekuatan tumpu sejajar serat yaitu kekuatan maksimum bambu pada sekeliling lubang yang dibebani baut yang berpengaruh pada sambungan bambu. Kekuatan geser sejajar serat yaitu kekuatan bambu untuk menahan gaya-gaya yang menyebabkan bagian bambu bergeser. Sifat mekanik dapat dilakukan pada laboratorium penelitian, dengan mengikuti standar pengujiannya[7]. Pada umumnya pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan bambu antara lain tarik, tekan, lentur, dan geser [8].

## 2.3 Sambungan

Kekuatan bambu tidak dapat bekerja dengan maksimal karena sistem sambungan yang lemah dan kekuatan bambu sering terkendala pada sambungan. Sambungan digunakan untuk menyambung elemen-elemen pada bambu. Alat bambu yang sering digunakan dalam konstruksi bambu yaitu tali, mur dan baut. Sistem sambungan pada bambu sangat berpengaruh pada kekuatan dan perilaku struktur. Kekuatan sambungan dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti bahan penyusun sambungan, alat sambung yang digunakan, dan jarak pada alat sambung.

Kelemahan sambungan pada bambu yaitu kekuatan geser sejajar serat. Kekuatan geser sejajar serat menjadi kriteria kritis yang menentukan kekuatan pada sambungan bambu. Kekuatan sambungan akan melemah jika terjadi

konsentrasi tegangan tinggi dan menyebabkan bambu pecah. Keberadaan nodia pada ujung batang bambu akan meningkatkan kekuatan sambungan. Namun, tidak semua bambu memiliki nodia pada ujung batang bambu. Pemakaian baut sebagai alat sambung pada bambu dengan mempertimbangkan gaya gaya yang disalurkan. Bertambahnya diameter pada baut akan menghasilkan jarak kritis yang semakin besar [9]. Agar alat sambung mencapai tahanan lateral sebelum bambu pecah, jarak antar alat sambung seperti baut, harus direncanakan dengan baik.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental berada di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh. Pada tahap awal penelitian dilakukan pengujian sifat fisik (*physical properties*) batang bambu petung yaitu pengujian kadar air dan kerapatan, selanjutnya pada tahap kedua dilakukan pengujian mekanik (*mechanical properties*) yaitu kuat geser (*shear strength*) dan kekuatan tumpu sejajar serat. Berdasarkan data yang didapatkan dari kuat geser dan kuat tumpu tersebut maka dilakukan analisis secara teoritis untuk menentukan jarak kritis baut pada sambungan bambu petung. Jumlah benda uji untuk keperluan pengujian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel.1.** Jenis Pengujian dan Jumlah Benda uji

No	Jenis Benda Uji	Jumlah
1.	Kadar air dan kerapatan bambu yang dikeringkan.	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Internodia</i> 20</li> <li>• <i>Nodia</i> 20</li> </ul>
2.	Kuat geser sejajar serat pada:	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Internodia</i></li> <li>• <i>Nodia</i></li> </ul>
		10 10
3.	Kuat tumpu sejajar serat pada:	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Internodia</i></li> <li>• <i>Nodia</i></li> </ul>
		10 10
Jumlah		80

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sifat Fisik Bambu Petung

Pada penelitian ini, sifat fisik bambu yang akan diuji yaitu kadar air dan kerapatan. Penelitian

ini menggunakan sampel bambu petung yang telah dikeringkan dipotong berbentuk persegi dengan ukuran 2,5cm x 2,5cm dengan ketebalan mengikuti bambu petung tersebut. Perbedaan dari kerapatan dan kadar air adalah pada pengujian kerapatan dilakukan pengukuran volume benda uji.

Pengujian kadar air dan kerapatan ditentukan berdasarkan ISO N 22157-2 [10], untuk pengujian kadar air menggunakan rumus:

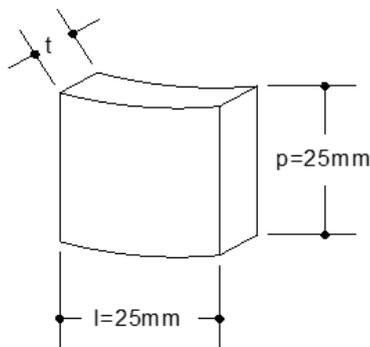
$$M_c = \frac{M - M_o}{M_o} \times 100 \quad (1)$$

dimana,  $M_c$  adalah kadar air,  $M$  adalah berat sebelum di oven dan  $M_o$  adalah Berat setelah di oven.

Untuk pengujian kerapatan bambu menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{M_o}{V} \quad (2)$$

dimana,  $\rho$  adalah kerapatan,  $M_o$  adalah Berat setelah dioven, dan  $V$  adalah Volume.



**Gambar 2.** Ukuran Sampel Pengujian Sifat Fisik Bambu

**Tabel 2.** Kondisi pemenuhan kesetimbangan statis dari berbagai metoda

Bagian	Kadar Air (%)	Kerapatan (gram/cm <sup>3</sup> )
Nodia	12,37	0,5871
Internodia	12,14	0,7441

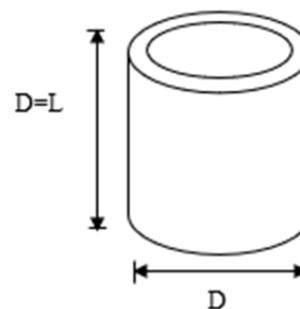
Rata-rata kadar air dan kerapatan pada bambu disajikan pada Tabel 2 Hasil dari pengujian sifat fisik bambu didapatkan nilai kadar air rata-rata pada bambu yang telah dikeringkan pada bagian nodia lebih tinggi dibandingkan internodia, sedangkan nilai kerapatan pada bambu yang telah dikeringkan pada bagian internodia lebih tinggi dibandingkan nodia.

#### 4.2 Sifat Mekanik Bambu Petung

Pada penelitian ini, sifat mekanik bambu yang akan diuji yaitu kuat geser dan kuat tumpu pada bambu petung. Penelitian ini menggunakan sampel bambu petung yang telah dikeringkan dipotong berbentuk tabung dengan tinggi sebesar diameter luar bambu, ketebalan mengikuti bambu petung tersebut. Pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* dan Plat Uji.

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (3)$$

dimana,  $\tau$  adalah tegangan,  $P$  adalah beban maksimum,  $A$  adalah luas penampang.





**Gambar 3.** Bentuk dan ukuran benda uji kuat geser

Hasil dari pengujian sifat mekanik bambu dapat diketahui kuat geser bambu petung berkisar dari 35 KN sampai 65 KN dengan nilai rata-rata kuat geser bambu pada bagian nodia 8,84 MPa, dan pada bagian internodia 7,85 Mpa



**Gambar 4.** Pengujian kuat geser

Setelah pengujian kuat geser, dapat dilihat benda uji mengalami kerusakan berupa retak dan pecah pada beberapa sisi yang disebabkan oleh plat geser ketika ditekan oleh mesin *Compression Testing Machine*.



(a)



(b)

**Gambar 5.** Bentuk kerusakan pada benda uji kuat geser (a) Benda uji dengan jumlah kerusakan 1 retakan (b) Benda uji dengan jumlah kerusakan 2

Perbandingan kerusakan pada benda uji bambu petung kerusakan bagian internodia lebih besar dimana pada bagian ini mengalami pecah pada beberapa sisi sesuai posisi plat geser ketika melakukan pengujian, sedangkan pada bagian nodia lebih kuat daripada bagian internodia sehingga kerusakan yang terjadi pada benda uji nodia hanya berupa retakan.



**Gambar 6.** Bentuk benda uji kuat geser



**Gambar 7.** Pengujian kuat tumpu

Setelah pengujian kuat tumpu, benda uji mengalami keretakan pada bagian ruas bambu, dan pada diameter baut semakin membesar, sedangkan bagian permukaan bambu terjadi retakan ketika pengujian. Gambar 4.7 menunjukkan diameter bambu semakin membesar dan mengalami kerusakan berupa retak. pada beberapa sisi yang disebabkan oleh baut yang ditekan oleh mesin *Compression Testing Machine*.



(a)



(b)

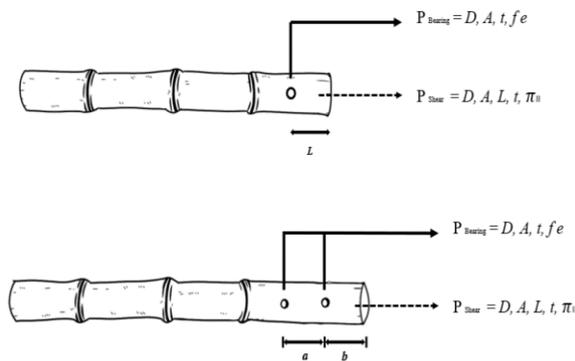
**Gambar 8.** Bentuk Kerusakan benda uji kuat tumpu  
 (a) Retak hanya disekitar lobang baut (b) Retak sudah menjalar kebagian bawah dari benda uji kuat geser

Perbandingan kerusakan pada benda uji bambu petung kerusakan bagian internodia lebih besar dimana pada bagian ini mengalami retak hingga pecah pada beberapa sisi karena tekanan dari baut ketika melakukan pengujian, sedangkan pada bagian nodia lebih kuat daripada bagian

internodia sehingga kerusakan yang terjadi pada benda uji nodia hanya sedikit keretakan.

### 4.3 Penentuan Jarak Kritis Baut

Hasil jarak kritis diperoleh Ketika  $P_{geser}$  dan  $P_{tumpu}$  berada dalam kesetimbangan. Penentuan jarak kritis baut pada batang bambu berdasarkan pada kondisi dimana kegagalan geser dan tumpu sama kuat. Hal ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:



**Gambar 9.** Posisi baut pada sambungan Kegagalan geser dan kegagalan tumpu pada benda uji bambu petung terjadi sejara bersamaan sehingga besarnya gaya geser pada saat kegagalan terjadi sama dengan besarnya gaya tumbu bambu, sebagai masa disajikan pada persamaan berikut

$$P_{geser} = P_{tumpu}$$

$$L(t_1 + t_2) \times \tau_{11} = D(t_1 + t_2)f_e \quad (4)$$

$$L_{cr} = \frac{D(t_1+t_2)f_e}{(t_1+t_2)\tau_{11}} \quad (5)$$

Pada formula (5)  $L_{cr}$  merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan jarak kritis baut ke ujung bantang bambu tanpa ruas. Dalam penelitian ini, nilai  $L_{cr}$  yang ditentukan dengan metode analitis diverifikasi dengan hasil dari pekerjaan eksperimental[11]

Berdasarkan nilai kuat geser dan kuat tumpu dapat menentukan jarak kritis baut pada sambungan Bambu Petung bagian Internodia dengan rata-rata yaitu sebesar 5,11 kali diameter baut (5D) atau setara dengan 64,95 mm.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sifat fisik yaitu kadar air dan kerapatan pada bambu kering:
  - a. Pada bagian *internodia*, kadar air bambu kering adalah 12,14% dan kerapatan diperoleh 0,7441 gr/cm<sup>3</sup>.
  - b. Pada bagian *nodia*, kadar air bambu kering adalah 12,37% dan kerapatan diperoleh 0,5871 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Sifat mekanik yaitu kuat geser dan kuat tumpu:
  - a. Rata-rata kuat geser Bambu Petung bagian *nodia* 8,84 MPa dan *internodia* 7,85 MPa.
  - b. Rata-rata kuat tumpu Bambu Petung bagian *nodia* 53,05 MPa dan *internodia* 52,37 MPa.
3. Berdasarkan nilai kuat geser dan kuat tumpu dapat menentukan jarak kritis baut pada sambungan Bambu Petung bagian internodia dengan rata-rata yaitu 5,11 kali diameter baut dan jarak kritis baut pada sambungan Bambu Petung bagian nodia dengan rata-rata yaitu 6,09 kali diameter baut.
4. Data yang didapatkan dari hasil penelitian ini dapat diaplikasikan pada konstruksi bambu yang menggunakan bambu dengan bentuk alami (bambu utuh) yang menggunakan baut sebagai alat sambungnya khususnya pada penggunaan batang bambu tanpa ruas pada bagian ujungnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dana penelitian Hibah Penelitian Dosen Pemula. Didanai oleh DRPM DIKTI, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Indonesia No.005/LL10/PG.AK/2024. Penelitian ini didukung oleh Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada PPPM Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh atas dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Morisco, “Rekayasa Bambu,” dalam Yogyakarta, Indonesia, Nafiri Offset, 1995, bab 1, hal 1-10
- [2] Rofaida, Aryani, “Pengaruh Garam Sebagai Bahan Pengawet Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Bambu Petung,” *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 8, No. 2, hal. 84-96, 2021
- [3] Masdar, I. Febriani, S. Desman, A.D. Masdar dan R. Junnaidy, “Penentuan jarak kritis baut pada sambungan bambu gombong (*gigantochloa pseudoarundinasea*) berdasarkan kuat geser dan kuat tumpu bambu,” *Jurnal Gradasi teknik Sipil*, Vol. 8, No. 1, hal. 84-89, 2024
- [4] A. Masdar, nP. Sakiko, R. Junnaidy dan A.D. Masdar, “Pengaruh Pengawetan Terhadap Kuat Geser pada Bambu Petung (*Dendrocolamus Asper*),” *Buletin of Engineering*, Vol 3, No. 2, hal. 1-6, 2023.
- [5] A. Masdar, Noviarti dan D. Suryani, “Implementation of connection system of wooden plate and wooden clamp on joint model of bamboo truss structures,” *International Journal of GEOMATE*, Vol. 17, No. 59, hal 15 – 20, 2019
- [6] A. Jose, A., G. Neto, P. Normando, Barbosa, L. Antônio, , Beraldo, B. Aluísio dan de Melo, “Physical and mechanical properties of the bambusa vulgaris as construction material,” *Journal of Engenharia Agrícola*, Vol 41, No. 2, hal. 119-126. 2021
- [7] Bhone, “Physical and Mechanical Properties of Bamboo (*Dendrocalmus Strictus*). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 5, No. 1, hal. 455-459, 2014
- [8] Masdar, A., Ronal, M.Y., Fatma, I.W., Anita, D.M., dan J. Ronny, “Pengaruh Pengawetan terhadap Kuat Tekan Sejajar Serat Bambu Gombong (*Gigantochloa Pseudoarundinasea*),” *Jurnal Teknik Sipil ITP*. Vol.10, hal. 40-61, 2023
- [9] Y. Destisari, “Pengaruh Diameter Baut Pada Jarak Baut Ke Ujung Bambu Pada Sistem Sambungan Bambu. Thesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 2016
- [10] ISO N22157-1, 2. Bamboo Determination of Physical and Mechanical Properties, Part 2, Laboratory Manual, 2004
- [11] A. Masdar, S. Bambang, S., Suprpto, dan S. Djako, S, “Determinant of Critical Distance of Bolt on Bamboo Connection,” *Jurnal Teknologi*,” (*Sciences and engineering*) Vol.69, No.6, hal. 111–115, 2014