

ARTIKEL ILMIAH

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TUMPU BAMBU PETUNG
(*Dendrocalamus asper*) DENGAN MENGGUNAKAN BAUT SEBAGAI
ALAT SAMBUNG

Experimental Study on Embedment Strength of Petung Bamboo
by Using Bolt as Fastener

Artikel Ilmiah
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil.



Oleh:

Zubaer Hidayat

F1A 019 199

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM

2023

Artikel Ilmiah

**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TUMPU BAMBU PETUNG
(*Dendrocalamus asper*) DENGAN MENGGUNAKAN BAUT
SEBAGAI ALAT SAMBUNG**

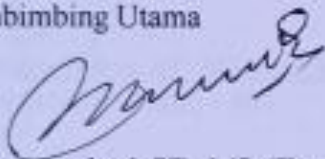
*Experimental Study on Embedment Strength Of Petung Bamboo By Using Bolt as
Fastener*

Oleh:

**Zubaer Hidayat
F1A 019 199**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing

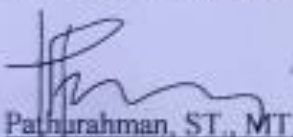
1. Pembimbing Utama



Prof. Buan Anshari, ST., MSc(Eng), Ph.D
NIP: 19710703 199802 1 001

Tanggal:

2. Pembimbing Pendamping



Pathurahman, ST., MT
NIP: 19661231 199403 1 018

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Dr. Eng. Hariyadi, ST., MSc(Eng)
NIP: 19731027 199802 1 001

Artikel Ilmiah

**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TUMPU BAMBU PETUNG
(*Dendrocalamus asper*) DENGAN MENGGUNAKAN BAUT
SEBAGAI ALAT SAMBUNG**

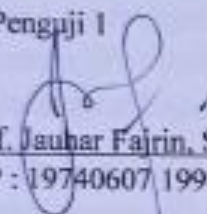
Oleh :

**Zubaer Hidayat
F1A019199**

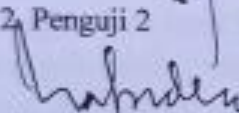
Telah diujikan di depan tim Penguji
Pada tanggal 30 Agustus 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil

Susunan Tim Penguji

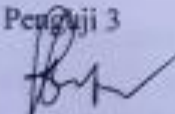
1. Penguji 1


Prof. Jaubar Fajrin, ST, MSc(Eng), Ph. D.
NIP : 19740607 199802 1 001

2. Penguji 2



Aryani Refaida, ST., MT.
NIP : 19660729 199403 2 001

3. Penguji 3


I Wayan Sugiarta, ST., MT.
NIP : 19690620 199702 1 001

Mataram,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram




Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D
NIP. : 19720222 199903 1 022

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TUMPU BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus asper*) DENGAN MENGGUNAKAN BAUT SEBAGAI ALAT SAMBUNG

Zubaer Hidayat¹, Buan Anshari², Pathurahman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Bambu merupakan salah satu bahan konstruksi yang biasanya digunakan pada komponen struktur seperti balok, kolom dan struktur rangka batang pada bangunan, pada struktur rangka batang bambu biasanya digunakan sebagai rangka. Dimana dalam penggunaannya terdapat Salah satu kesulitan signifikan yang teridentifikasi dalam struktur bambu yaitu hubungan antar elemen karena penampang bambu berbentuk bulat, berongga, dan meruncing. Dengan demikian, diperlukannya pengetahuan atau data mengenai sambungan bambu, dalam penelitian ini bertujuan untuk dapat menentukan nilai tumpu (F_e) pada bambu petung di bagian ujung, tengah dan pangkal yang akan dipergunakan sebagai dasar untuk merancang sambungan pada bambu.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dan analisis untuk menentukan nilai kekuatan tumpu (F_e) pada bambu petung bagian ujung, tengah dan pangkal dengan menggunakan baut sebagai alat sambung dan menggunakan tiga metode yaitu metode setengah lubang, metode setengah lubang ganda dan metode lubang penuh. Benda uji yang digunakan untuk melakukan pengujian kuat tumpu bambu pada penelitian ini berjumlah 360 benda uji dimana pada bagian ujung, tengah dan pangkal masing-masing digunakan 120 benda uji dengan metode pembebanan yang digunakan adalah pembebanan statis jangka pendek.

Hasil dari pengujian dan analisis ini menunjukkan bahwa kuat tumpu bambu petung dipengaruhi oleh ketebalan bambu dan diameter baut yang digunakan. Dimana pada setiap metode yang digunakan menghasilkan kuat tumpu yang berbeda. Pada pengujian kuat tumpu bambu dengan menggunakan metode setengah lubang dan diameter baut yang digunakan yaitu 6 mm didapatkan nilai kuat tumpu maksimal pada bagian pangkal yaitu 52.703 Mpa sedangkan untuk baut 10 mm sebesar 23.581 Mpa pada bagian tengah. Untuk pengujian kuat tumpu bambu dengan menggunakan metode setengah lubang ganda nilai kuat tumpu maksimal terjadi pada bagian pangkal dimana untuk baut 6 mm dan 10 mm diperoleh nilai kuat tumpu berturut-turut sebesar 94.678 Mpa dan 113.479 Mpa. Kemudian pada metode lubang penuh didapatkan nilai kuat tumpu maksimal untuk diameter baut 6 mm yaitu 56.761 Mpa dan 37.033 Mpa untuk diameter baut 10 mm dan keduanya terjadi pada bambu bagian pangkal.

Kata Kunci : Bambu Petung, Kuat Tumpu, Alat Sambung Baut

ABSTRACT

Bamboo is one of the construction materials commonly used in structural components such as beams, columns, and frame structures in buildings. In bamboo frame structures, bamboo is typically used as the framing material. However, a significant challenge identified in bamboo structures is the connection between elements due to the round, hollow, and tapered cross-section of bamboo. Therefore, knowledge or data regarding bamboo joints is necessary. This research aims to determine the bearing strength values (F_e) of petung bamboo at its tip, middle, and base sections. These values will serve as a basis for designing bamboo connections.

This study involves testing and analysis to determine the bearing strength values (F_e) of petung bamboo at the tip, middle, and base sections using bolts as connection devices. Three methods are employed: the half-hole method, the double half-hole method, and the full-hole method. A total of 360 specimens are used for the bamboo bearing strength testing, with 120 specimens were used with the loading method used was short-term static loading..

The results of the testing and analysis indicate that the bearing strength of petung bamboo is influenced by the bamboo's thickness and the diameter of the bolts used. Each method yields different bearing strength values. Testing bamboo bearing strength using the half-hole method with a 6 mm diameter bolt resulted in a maximum bearing strength value of 52.703 MPa at the base, while a 10 mm bolt yielded 23.581 MPa at the middle section. For the double half-hole method, the maximum bearing strength value occurred at the base, with 94.678 MPa for a 6 mm bolt and 113.479 MPa for a 10 mm bolt. In the full-hole method, a 6 mm bolt produced a maximum bearing strength value of 56.761 MPa, and a 10 mm bolt yielded 37.033 MPa, both occurring at the base of the bamboo.

Keywords: *Petung Bambo, Load-Bearing Strength, Bolt Connection Tool*

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Bambu merupakan tumbuhan yang termasuk ke dalam famili Graminaeae sub-famili Bambusoideae, dari suku Bambuceae. Kurang lebih 1250-1350 jenis bambu di dunia, Indonesia diperkirakan memiliki 157 jenis bambu yang merupakan lebih dari 10% jenis bambu di dunia. Di antara jenis bambu yang tumbuh di Indonesia, 50% diantaranya merupakan bambu endemik dan lebih dari 50% merupakan jenis bambu yang telah dimanfaatkan oleh penduduk dan sangat berpotensi untuk dikembangkan (widjaja & karsono, 2004)

Bambu biasanya dijadikan sebagai bahan pada komponen struktur seperti balok, kolom dan struktur rangka batang pada bangunan, pada struktur rangka batang bambu biasanya digunakan sebagai rangka. Salah satu kesulitan signifikan yang teridentifikasi dalam struktur bambu adalah hubungan antar elemen karena penampang bambu berbentuk bulat, berongga, dan meruncing. Pengeboran lubang di permukaan bambu manapun juga memiliki kemungkinan besar menyebabkan perambatan retakan. Namun Jika dibandingkan dengan berbagai jenis bambu yang ada, bambu petung lebih memiliki peluang untuk menjadi bahan baku pembuatan hasil produksi dikarenakan bambu petung memiliki dinding batang yang relatif lebih tebal bila dibandingkan dengan jenis bambu lainnya yaitu mencapai 10–15 mm. Selain itu bambu petung telah lama menjadi salah satu jenis yang dipilih oleh sebagian besar masyarakat

untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi dan yang lainnya.

Dengan demikian, diperlukannya pengetahuan atau data mengenai sambungan bambu dalam hal ini kuat tumpu pada bambu petung yang akan dipergunakan sebagai dasar untuk merancang sambungan pada bambu.

Sambungan merupakan salah satu bagian terpenting dalam konstruksi dimana salah satu faktor penentu dalam suatu sambungan merupakan kekuatan tumpu pada sambungan tersebut, dalam penelitian kuat tumpu bambu petung ini bertujuan untuk menentukan nilai dan perbedaan kekuatan tumpu (F_e) pada bambu petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal dengan menggunakan metode setengah lubang, metode setengah lubang ganda dan metode lubang penuh dan menggunakan alat sambung baut.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana menentukan kekuatan tumpu (F_e) pada bambu petung di bagian ujung, tengah dan pangkal menggunakan alat sambung baut dengan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan lubang penuh.?
- 2) Bagaimana perbedaan kekuatan tumpu bambu petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal menggunakan alat sambung baut dengan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan lubang penuh.?

3) TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk menentukan nilai kekuatan tumpu (F_e) pada bambu petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal menggunakan alat sambung baut dengan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan lubang penuh.
- 2) Untuk menentukan perbedaan kekuatan tumpu (F_e) bambu petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal menggunakan alat sambung baut dengan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan lubang penuh.

DASAR TEORI

TINJAUAN PUSTAKA

Bambu merupakan bahan lokal yang sudah sangat dikenal di Indonesia dan memegang peranan sangat penting dalam kehidupan masyarakat. Ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan bambu pada berbagai keperluan masyarakat kita sejak nenek moyang kita ada (Widjaja, 2000). Bambu dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai kering, dari daratan rendah hingga ke daerah pegunungan. Bambu banyak dijumpai di berbagai tempat, baik sengaja ditumbuhkan maupun secara alami. Tanaman ini termasuk dalam orde Graminales, family gramineae, dan subfamily Bambusoideae (Berlian, 1995). Pemakaian bambu sebagai bahan bangunan yang bersifat struktural merupakan salah satu dari sekian banyak manfaat yang dapat diambil dari bambu, namun menurut Morisco (1999) yang menjadi kendala yaitu, menyangkut kekuatan sambungan bambu yang umumnya sangat rendah mengingat

perangkaian batang-batang struktur dari bambu yang dilakukan dengan baut, paku atau pasak, maka serat yang sejajar dengan kekuatan geser yang rendah menjadikan bambu mudah pecah karena baut, paku atau pasak. Kekuatan sambungan ini dapat ditentukan dengan kekuatan tumpu.

Penelitian mengenai kuat tumpu pada bambu ini dilakukan mengacu kepada penelitian terdahulu dimana ada beberapa penelitian yang membahas tentang kuat tumpu pada bambu salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Fardhani (2016) yaitu Pengujian Kuat Tumpu Wood Plastic Composite (WPC) Sengon dengan Half Hole Method menyatakan bahwa dinding geser merupakan komponen struktur yang dapat dibuat dari material WPC. Sambungan merupakan bagian yang lemah dalam struktur dinding geser, maka dari itu perlu adanya penelitian terhadap kuat tumpu di sekitar alat sambung dalam perencanaan sambungan. Prosedur pengujian mengacu pada ASTM D5764 dengan metode setengah lubang (half hole method). Pengujian dilakukan pada benda uji WPC Sengon dengan dimensi 50mm x 50mm x 12mm dengan mesin UTM, penekan yang dipakai berupa baut ukuran 6mm, 8mm, 10mm, dan 12mm. Nilai kuat tumpu dihitung dengan metode beban offset 5% diameter (P5%) dan metode beban maksimum (Pmaksimum) Nilai kuat tumpu rata-rata yang dihasilkan dengan metode offset 5% diameter (P5%) pada diameter 6mm, 8mm, 10mm, dan 12mm berturut-turut adalah 105,678 MPa; 94,608 MPa; 88,819 MPa; 72,302 MPa. Nilai kuat tumpu rata-rata berdasar metode beban

maksimum (Pmaksimum) berturut-turut adalah 125,107 MPa; 106,426 MPa; 100,460 MPa, dan 76,940 MPa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Denny dan Sarwidi, 2017) yaitu Pengujian Kuat Sambungan Sekrup Pada Bambu Laminasi Dengan Metode Geser Satu Irisan dimana Ada 3 variasi jenis sekrup yang digunakan dalam penelitian ini, setiap jenis sekrup digunakan 5 sampel, grafik hasil pengujian kuat tumpu bambu Pengujian kuat tumpu yang dilakukan menghasilkan data berupa penurunan (mm) dan beban (kg). Penurunan/displacement yang terjadi pada bambu laminasi diakibatkan oleh beban yang diberikan pada baut penekan. Rata-rata nilai kuat tumpu yang dihasilkan berturut-turut untuk benda uji dengan baut penekan 8 mm, 10 mm, dan 12 mm sebesar 33,50 MPa, 25,22 MPa, dan 17,18 MPa. Dan hasil dari perhitungan kuat lentur baut berturut-turut untuk benda uji diameter 8 mm, 10 mm, dan 12 mm sebesar 347,54 MPa, 349,97 MPa, dan 521,78 MPa.

LANDASAN TEORI

Bambu Petung

Bambu petung (*Dendrocalamus asper*) merupakan tanaman yang memiliki kulit tebal dan kokoh serta diameter yang besar, batang bambu petung ini memiliki ciri morfologi dengan panjang ruas bagian pangkal 39,4-45,8 cm, bagian tengah 46-49 cm dan bagian ujung 46,4-57 cm; diameter batang pada bagian pangkal 6,69-9,25 cm, bagian tengah 5,79-8,32 cm, dan bagian ujung 5,06-7,99 cm; ketebalan dinding batang pada bagian pangkal 1,62-2 cm, bagian tengah 1,16-1,57 cm,

dan bagian ujung 0,85-1,09 cm. Bambu petung dapat dijumpai di Indonesia baik itu daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (2000 DPL) dan tumbuh subur pada lahan yang basah, untuk penyebaran bambu petung sendiri banyak ditemukan di benua Asia, Afrika, dan Amerika. Di Indonesia bambu betung dikenal mempunyai nama-nama yang berbeda. Di Jawa dikenal dengan nama Pring Petung, Sunda dikenal dengan nama Awi Bitung, Bugis dikenal dengan nama Awo Petung dan di Papua dikenal dengan nama Bambu Suwanggi.

Sifat Fisik Bambu

Sifat fisik bambu merupakan satu bagian daripada sifat-sifat bambu, yaitu sifat-sifat fisika, sifat mekanika dan sifat kimia bambu. Dengan mengetahui sifat fisik maka dapat mengatasi adanya cacat akibat retak dan pecah karena pada saat bambu akan dikerjakan bambu harus dalam kondisi kadar air yang rendah dan kerapatan bambu yang tinggi sehingga tidak mengalami perubahan dimensi atau kembang susut yang tinggi (Rini dkk, 2017). Serat bambu petung memiliki komposisi holoselulosa sebesar 83,3% dan kandungan lignin sebesar 30,21% (Kusumaningrum, 2017).

1. Kadar Air

Kadar air bambu merupakan indikator banyaknya air dalam sepotong bambu yang dinyatakan sebagai persentase dari berat kering tanurnya. Kadar air bambu bervariasi dalam suatu batang dipengaruhi oleh umur, musim pemanenan bambu dan jenis bambu. (Syahroni, 2017).

Dimana untuk menentukan besarnya kandungan kadar air digunakan Persamaan 1:

$$KA = \frac{B_0 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

dengan :

KA = Kadar air (%)

B_0 = Berat awal bambu sebelum dioven (gr)

B_1 = Berat bambu kering tanur setelah dioven (gr)

2. Berat Jenis

Berat jenis merupakan faktor-faktor yang menentukan sifat-sifat fisika bambu, terdiri atas sel-sel dan kerangka sel-sel adalah dinding sel yang terdiri atas zat kayu. Karena itu volume kering tanur merupakan petunjuk banyaknya zat (jika variasi adanya ekstraktif diabaikan) dan juga petunjuk volume udara yang kosong yang ada dalam rongga-rongga sel yang kosong (Syahroni, 2017).

Dimana untuk menentukan besarnya berat jenis bambu digunakan Persamaan 2:

$$B_j = \frac{B_{kt}/V_0}{\gamma_{air}}$$

dengan,

B_j = Berat Jenis

B_{kt} = Berat bambu kering tanur setelah dioven (gr)

V_0 = Volume Benda uji (cm^3)

γ_{air} = Berat volume air (gr/cm^3)

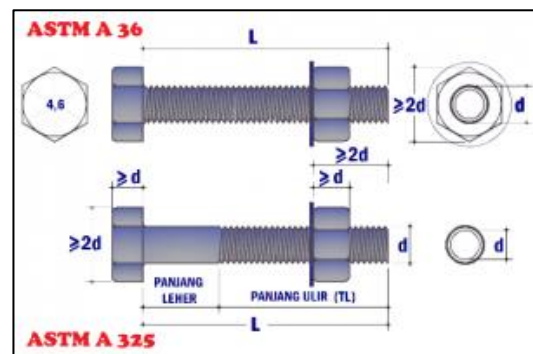
Sifat Mekanik Bambu

Bambu merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi di Indonesia. Penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi dikarenakan memiliki banyak keunggulan diantaranya melimpah, berkelanjutan, biaya rendah dan pengolahan yang mudah. Penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi tersebut didasari dengan pengetahuan tentang sifat mekanik bambu, akan berbahaya apabila bambu

gagal dalam menopang beban dalam suatu konstruksi tersebut. Sifat mekanik bambu tergantung pada setiap spesies nya, salah satu jenis bambu yang paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi yaitu bambu petung, bambu hitam, bambu tali dan bambu sambungan.

Alat Sambung Baut

Pada suatu konstruksi diperlukan sambungan yang berfungsi untuk memperpanjang batang kayu atau menggabungkan beberapa batang kayu pada satu buhul. Secara umum, sambungan merupakan bagian terlemah dari konstruksi. Kegagalan konstruksi sering diakibatkan oleh gagalnya fungsi sambungan daripada kegagalan material itu sendiri. Alat sambung baut umumnya terbuat dari baja lunak (mild steel) dengan kepala berbentuk hexagonal, square, dome, atau flat. Diameter baur berkisar antara 1/4" sampai dengan 1,25". Untuk kemudahan pemasangan, lubang baur diberi kelonggaran 1 mm. (Awaludin, 2005). Adapun bentuk alat sambung baut dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Bentuk-bentuk alat sambung baut (ASCE,1997)

Kekuatan Sambungan

Kekuatan sambungan adalah kekuatan tarik minimum bagian-bagian dalam sambungan. Sambungan antara elemen tarik sangat penting untuk menghindari keruntuhan, Spiegel dan Limbrunner (1991) menyatakan, sambungan berfungsi terutama untuk meneruskan beban dari suatu elemen ke elemen bertemu. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat leleh lentur baut yang mengacu pada standar ASTM F1575-03 yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat lentur baut. Penentuan nilai kuat leleh lentur baut berdasarkan ASTM F1575-03 didefinisikan dengan menggunakan Persamaan (3) :

$$f_{yb} = \frac{3 \cdot P \cdot S_{bp}}{2 \cdot D^3}$$

dengan,

f_{yb} = Kuat leleh lentur baut (Mpa)

P = Beban leleh baut (N)

S_{bp} = Jarak antar tumpuan (mm)

D = Diameter polos pada baut (mm)

Kekuatan Tumpu

Kekuatan tumpu bambu merupakan kemampuan suatu bambu untuk menahan tumpuan atau beban yang diterima. Dalam penelitian yang dilakukan pembebanan diterima merupakan beban merata di sepanjang baut. Dimana besarnya kuat tumpu bergantung pada berat jenis, arah serat dan diameter baut yang digunakan. Kuat tumpu menurut ASTM D5764-97a (2018), didefinisikan dengan menggunakan Persamaan (4 & 5) :

$$F_e = \frac{P_{5\%}}{(D \times t)}$$
$$F_e = \frac{P_{maksimum}}{(D \times t)}$$

dengan,

F_e = Kuat tumpu (Mpa)

$F_{e5\%}$ = Kuat tumpu pada saat 5% offset (Mpa)

$P_{5\%}$ = Beban pada saat 5% offset (N)

D = Diameter baut (mm)

t = Tebal Benda uji (mm)

$P_{5\%}$ = Beban Maksimum (N)

Berdasarkan ASTM D5764-97a (2018) dalam melakukan pengujian kuat tumpu ada beberapa metode yaitu :

1. Metode setengah lubang
2. Metode setengah lubang ganda (pengembangan)
3. Metode lubang penuh

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian berupa eksperimen.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram dan Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.

Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah pengumpulan informasi mengenai penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian sehingga dapat menunjang penelitian ini dan dapat menjadi referensi tentang masalah yang dihadapi. Dimana dalam

studi literatur pada penelitian ini menggunakan literatur berupa, jurnal elektronik, buku elektronik, laporan penelitian dengan topik yang sama maupun dapat menunjang penelitian yang dikerjakan.

2. Persiapan Penelitian

a. Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Bambu

Bambu yang digunakan adalah bambu petung yang dipotong menjadi tiga bagian yaitu bagian ujung, tengah dan pangkal yang diawetkan menggunakan boraks.

- Baut Hitam (Grade 8.8)

Pada penelitian ini digunakan baut hitam (Grade 8.8) dengan diameter 6 mm dan 10 mm.

b. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Gergaji kayu merupakan alat yang digunakan untuk memotong batang kayu dengan ukuran yang telah ditentukan.
- *Loading Frame*, alat ini merupakan mesin yang bisa digunakan untuk berbagai macam pengujian, laju pembebanan pada mesin ini dapat diatur sesuai kebutuhan.
- Mesin bor dan mata bor, alat ini berfungsi untuk membuat lubang pada bambu sebagai tempat baut.

3. Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan

Persiapan pada tahap pelaksanaan penelitian merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum melangkah ke tahap

selanjutnya. Kegiatan yang termasuk dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

- Pengumpulan berbagai bahan pustaka sebagai pedoman dalam pembuatan, dan pengujian benda uji.
- Penyediaan alat-alat yang akan digunakan.
- Persiapan pembuatan benda uji yang diawali dengan menghitung kebutuhan bambu yang diperlukan.

b. Desain Eksperimen

Benda uji yang dibutuhkan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Total Benda Uji

Kontrol	6 mm			10 mm			Total
	Pangkal	Tengah	Ujung	Pangkal	Tengah	Ujung	
Setengah lubang	20	20	20	20	20	20	120
Setengah lubang ganda	20	20	20	20	20	20	120
Lubang penuh	20	20	20	20	20	20	120
Total Benda Uji Kuat Tumpu Bambu							360

c. Pengawetan Benda Uji

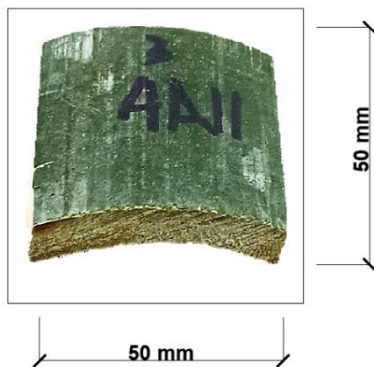
Pengawetan adalah suatu proses memasukkan bahan pengawet ke dalam kayu atau bambu dengan tujuan untuk memperpanjang masa pakai kayu (SNI 03-3233- 1998). Dimana dalam penelitian ini dilakukan pengawetan bambu dengan cara direndam dalam larutan boraks yang memiliki konsentrasi 5% dimana dalam 100 liter air dilarutkan boraks sebanyak 5 kg. kemudian bambu yang telah dibolongi direndam selama 24 jam, setelah direndam selama 24 jam kemudian bambu ditiriskan dengan cara disimpan dengan arah vertikal sampai tidak ada lagi larutan boraks yang meniris.

4. Pembuatan Benda Uji

Pengujian Kadar Air dan Berat Jenis

Pengujian kadar air dan berat jenis bertujuan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui sifat fisik dari bambu yang akan dibuat sebagai benda uji. Pengujian menggunakan sample benda uji dengan ukuran 50 mm x 50 mm,

dimana bambu yang digunakan adalah bambu dengan kering udara dengan jumlah masing-masing benda uji sebanyak 3 buah untuk setiap bagian pangkal, tengah, dan ujungnya. Pembuatan benda uji kadar air dan berat jenis bambu ini mengikuti salah satu pengujian yang dilakukan oleh Ghavami (2005). Adapun bentuk benda uji kadar air dan berat jenis dapat dilihat pada Gambar (2) :



Gambar 2 Benda uji kadar air dan berat jenis

a. Kuat Tumpu Metode Setengah Lubang

Benda uji metode setengah lubang dibuat berdasarkan ASTM D5764, adapun proses pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bambu yang telah diawetkan.
- Menentukan bagian ujung, tengah dan pangkal bambu.
- Memotong bambu sesuai dengan ukuran, Ukuran bambu dapat dilihat pada Gambar (3)
- Melubangi bagian atas bambu sesuai dengan ukuran baut.

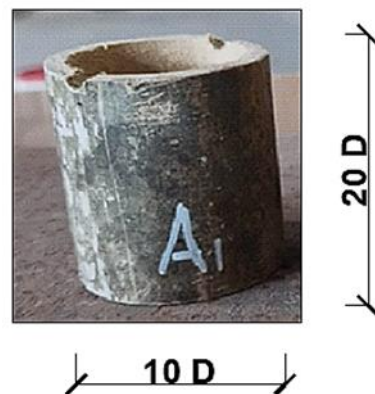


Gambar 3. Benda uji kuat tumpu metode setengah lubang

b. Metode Setengah Lubang Ganda

Pembuatan benda uji metode setengah lubang ganda berdasarkan ASTM D5764 yang dikembangkan, adapun proses pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bambu yang telah diawetkan.
- Menentukan bagian ujung, tengah dan pangkal bambu.
- Memotong bambu sesuai dengan ukuran, Ukuran bambu dapat dilihat pada Gambar (4)
- Melubangi bagian atas bambu sesuai dengan ukuran baut

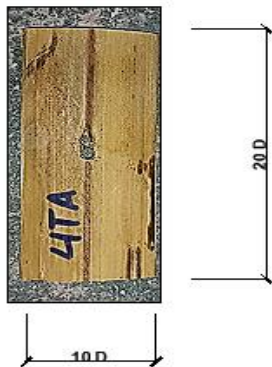


Gambar 4. Benda uji kuat tumpu metode setengah lubang ganda

c. Metode Lubang Penuh

Benda uji metode setengah lubang dibuat berdasarkan ASTM D5764, adapun proses pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bambu yang telah diawetkan.
- Menentukan bagian ujung, tengah dan pangkal bambu.
- Memotong bambu sesuai dengan ukuran, Ukuran bambu dapat dilihat pada Gambar (5)
- Melubangi bagian tengah bambu sesuai dengan ukuran baut



Gambar 5. Benda uji kuat tumpu metode lubang penuh

5. Pelaksanaan Pengujian

a. Pengujian Kadar Air dan Berat Jenis

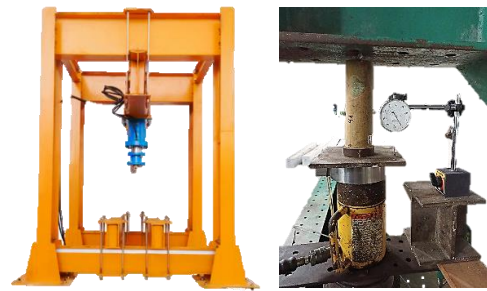
Dalam pengujian ini meliputi penentuan kadar air awal, serta cara memperoleh nilai kadar air pada kondisi kering tanur. Adapun cara pengujian kadar air dilaksanakan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- 1) Benda uji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, kemudian dicatat beratnya (B_0)
- 2) Benda uji dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ selama ± 2 jam untuk dikeringkan sehingga didapat berat kering tanur.
- 3) Benda uji dikeluarkan dari oven lalu diangin-anginkan sejenak, kemudian benda uji ditimbang (B_1).

- 4) Kemudian langkah (b) dan (c) dilakukan secara berulang sampai didapatkan berat benda uji konstan.
- 5) Nilai kadar air bambu dapat dihitung dengan persamaan (1).
- 6) Setelah langkah (d) berat jenis bambu juga dapat diperoleh melalui perhitungan dengan persamaan (2).

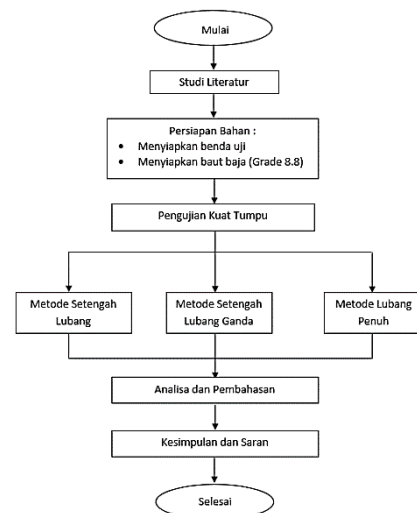
b. Pengujian Kuat Tumpu

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tumpu pada spesimen yang berukuran $10d \times 20d$ dengan ukuran diameter baut baja (Grade 8.8) yaitu 6 mm dan 10 mm dengan setting up pengujian kuat tumpu dapat dilihat seperti dalam Gambar (6) :



Gambar 6. Setting Up Pengujian Benda Uji Kuat Tumpu

Bagan Alir Penelitian



Gambar 7. Bagan Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

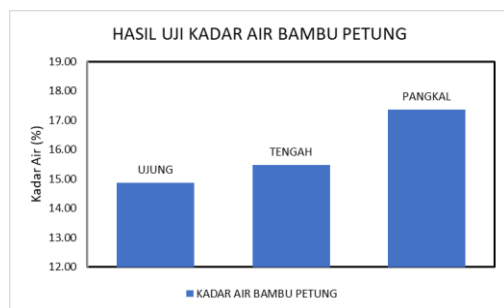
Pengujian Kadar Air dan Berat Jenis

1. Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven dimana dilakukan dengan mengeringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ sampai mencapai berat konstan. Adapun hasil pengujian kadar air sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Bambu Petung

Benda Uji	Sampel	Berat Awal (gram)	Kering Oven (gram)	Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-Rata (%)
UJUNG	1	24.95	21.92	13.82	14.88
	2	24.62	21.21	16.08	
	3	26.95	23.92	12.67	
	4	25.62	22.21	15.35	
	5	25.50	21.95	16.17	
	6	26.65	23.14	15.17	
TENGAH	1	36.68	31.93	14.88	15.47
	2	33.52	29.22	14.72	
	3	37.03	31.70	16.81	
	4	25.42	22.08	15.13	
	5	27.45	22.83	20.24	
	6	29.70	26.74	11.07	
PANGKAL	1	40.30	34.21	17.80	17.37
	2	36.91	31.19	18.34	
	3	40.79	35.09	16.24	
	4	37.56	31.90	17.74	
	5	36.57	31.26	16.99	
	6	37.81	32.29	17.10	



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Kadar Air Bambu Petung

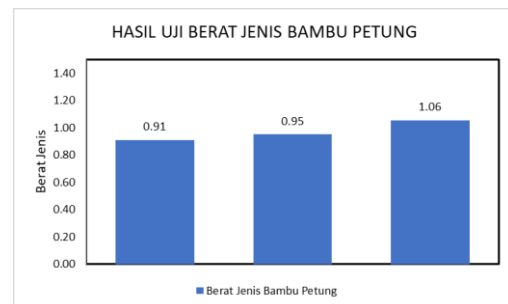
Dari Tabel 4.1 pada pengujian kadar air pada bambu petung diperoleh rata-rata kadar air bagian atas, tengah dan bawah berturut-turut sebesar 14,88%, 15,47% dan 17,37%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kadar air tertinggi terdapat pada bambu petung bagian bawah.

2. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Bambu Petung

Benda Uji	Sampel	Berat (gram)	Volume (cm ³)	γ air (gr/cm ³)	Berat Jenis	Berat Jenis Rata-Rata
UJUNG	1	21.92	25.00	1.00	0.88	0.91
	2	21.21	22.50	1.00	0.94	
	3	23.92	25.00	1.00	0.96	
	4	22.21	25.00	1.00	0.89	
	5	21.95	25.00	1.00	0.88	
	6	23.14	25.00	1.00	0.93	
TENGAH	1	31.93	30.00	1.00	1.06	0.95
	2	29.22	27.50	1.00	1.06	
	3	31.70	30.00	1.00	1.06	
	4	22.08	27.50	1.00	0.80	
	5	22.83	27.50	1.00	0.83	
	6	26.74	30.00	1.00	0.89	
PANGKAL	1	34.19	32.50	1.00	1.05	1.06
	2	38.18	35.00	1.00	1.09	
	3	37.64	35.00	1.00	1.08	
	4	32.29	35.00	1.00	0.92	
	5	36.28	32.50	1.00	1.12	
	6	35.09	32.50	1.00	1.08	



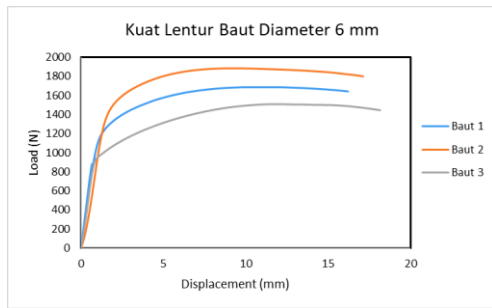
Gambar 9. Grafik berat jenis bamboo petung

Dari Tabel 3 diperoleh nilai rata-rata berat jenis pada bambu bagian atas 0,91%, pada bambu bagian tengah 0.95 dan pada bambu bagian bawah diperoleh 1.06. Dari data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa berat jenis bambu petung terbesar terdapat pada bambu bagian bawah.

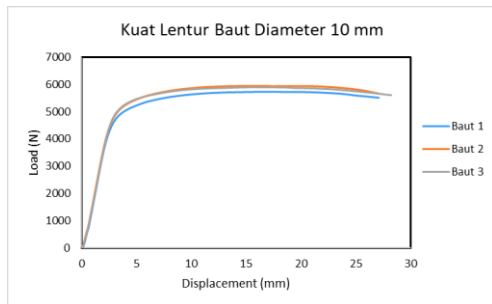
Pengujian Kuat Lentur Baut

Tabel 4. Hasil pengujian kuat lentur baut

Diameter Baut	Sampel	P (N)	Stp (mm)	Fyb (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)
6	1	1690.2	70	821.63	824.06
	2	1887.9	70	917.73	
	3	1507.5	70	732.81	
10	1	5735.7	117	1006.62	1028.06
	2	5940.1	117	1042.49	
	3	5897.8	117	1035.06	



Gambar 10 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Baut Diameter 6 mm



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Baut Diameter 10 mm

Dari pengujian kuat lentur baut yang dilakukan berdasarkan ASTM F1575 diperoleh rata-rata untuk diameter 6 mm adalah 824,06 Mpa dan untuk baut dengan diameter 10 mm didapatkan nilai kuat lentur sebesar 1028,06 Mpa. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa diameter baut berbanding lurus dengan kuat lentur baut atau semakin besar diameter baut maka semakin tinggi juga kuat lentur yang dimilikinya

Pengujian Kuat Tumpu Bambu Petung

Pada pengujian kuat tumpu bambu petung dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kuat tumpu bambu petung pada bagian ujung, tengah dan pangkal dengan menggunakan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan metode lubang penuh dengan

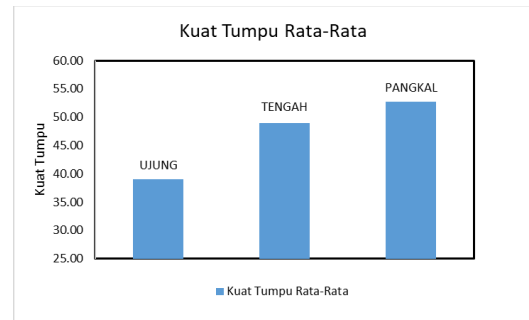
menggunakan baut hitam (grade 8.8) dengan diameter 6 mm dan 10 mm.

1. Metode Setengah Lubang

- Baut 6 mm

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 6 mm metode setengah lubang

No Sampel	Pmax N	P (5%) N	D mm	t mm	Fe(max) MPa	Rata-Rata (MPa)	Fe (5%) MPa	Rata - Rata (MPa)
UJUNG								
1	2190	2030	6	8	45.625	38.974	42.292	38.665
2	1920	2020	6	9	35.556		37.407	
3	1930	1960	6	9	35.741		36.296	
TENGAH								
1	2850	2980	6	8	59.375	48.921	62.083	49.685
2	3110	2960	6	10	51.833		49.333	
3	2560	2710	6	12	35.556		37.639	
PANGKAL								
1	4110	4050	6	13	52.692	52.703	51.923	51.923
2	3630	3575	6	11	55.000		54.167	
3	3630	3577	6	12	50.417		49.681	



Gambar 11. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 6 mm metode setengah lubang

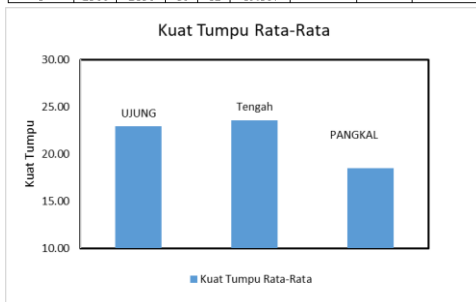
Pada pengujian kuat tumpu bambu petung untuk metode setengah lubang dengan menggunakan diameter baut 6 mm menghasilkan data berupa deformation (mm) dan load (N). Deformation yang terjadi pada benda uji diakibatkan oleh beban yang diberikan oleh baut penekan. Nilai kuat tumpu yang dihasilkan pada bambu bagian atas untuk benda uji 1, 2 dan benda uji 3 berturut-turut sebesar 45,625 Mpa, 35,556 Mpa dan 35,741 Mpa dengan rata-rata 38,974 Mpa. Sedangkan pada bambu petung bagian tengah menghasilkan nilai kuat tumpu pada benda uji 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 59,375 Mpa, 51,833 Mpa, dan 35,556 Mpa dengan rata-rata 48,921

Mpa. Kemudian kuat tumpu pada bagian bawah yang dihasilkan pada benda uji 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 52,692 Mpa, 55,000 Mpa dan 50,417 Mpa dengan rata-rata 52,703. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tumpu bambu petung terbesar untuk metode setengah lubang terletak pada bambu bagian bawah dengan kuat tumpu rata-rata sebesar 52,703 Mpa.

- Baut 10 mm

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 10 mm metode setengah lubang

Nomor Sampel	Pmax N	P(5%) N	D mm	t mm	Fe(max) MPa	Rata-Rata (Mpa)	Fe(5%) MPa	Rata-Rata (Mpa)
UJUNG								
1	2220	2265	10	9	24.667	22.898	25.167	23.743
2	1780	1853	10	8	22.250		23.163	
3	1960	2061	10	9	21.778		22.900	
TENGAH								
1	1960	1822	10	8	24.500	23.581	22.775	23.310
2	2370	2480	10	9	26.333		27.556	
3	2190	2156	10	11	19.909		19.600	
PANGKAL								
1	2040	2070	10	13	15.692	18.468	15.923	18.401
2	2260	2350	10	11	20.545		21.364	
3	2300	2150	10	12	19.167		17.917	



Gambar 12. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 10 mm metode setengah lubang

Untuk metode setengah lubang dengan menggunakan baut dengan diameter 10 mm diperoleh nilai kuat tumpu bambu bagian atas untuk sampel 1, 2 dan 3 sebesar 24,667 Mpa, 22,250 Mpa, 21,778 Mpa dengan rata-rata 22,898 Mpa. Sedangkan untuk bambu bagian tengah diperoleh nilai kuat tumpu pada benda uji 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 24,500 Mpa, 26,333 Mpa, 19,909 Mpa dengan rata-rata 23,581. Kemudian untuk bambu petung bagian

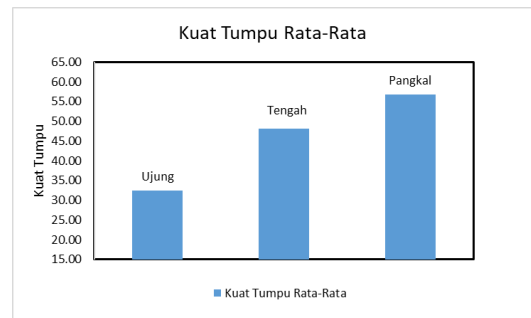
bawah nilai kuat tumpu yang didapatkan sebesar 15,692 Mpa, 20,545 Mpa, 19,167 Mpa dengan rata-rata 18,468 Mpa. Pada metode setengah lubang dengan menggunakan baut dengan diameter 10 mm ini didapatkan nilai kuat tumpu terbesar pada bambu bagian tengah dengan nilai 23,581 Mpa.

2. Metode Lubang Penuh

- Baut 6 mm

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 6 mm metode lubang penuh

Nomor Sampel	Pmax N	P(5%) N	D mm	t mm	Fe(max) MPa	Rata-Rata (MPa)	Fe(5%) MPa	Rata-Rata (MPa)
UJUNG								
1	1520	1550	6	9	28.148	32.400	28.704	33.102
2	1670	1700	6	8	34.792		35.417	
3	1850	1900	6	9	34.259		35.185	
TENGAH								
1	2430	2510	6	8	50.625	48.215	52.292	46.603
2	2710	2350	6	9	50.185		43.519	
3	2630	2640	6	10	43.833		44.000	
PANGKAL								
1	3860	3510	6	13	49.487	56.761	45.000	52.479
2	4370	4075	6	11	66.212		61.742	
3	3930	3650	6	12	54.583		50.694	



Gambar 13. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 6 mm metode lubang penuh

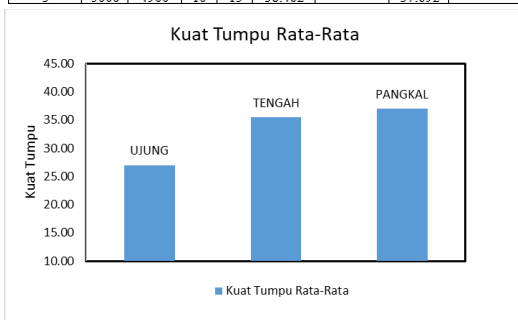
Nilai kuat tumpu yang dihasilkan pada bambu petung dengan menggunakan metode lubang penuh pada bagian atas untuk benda uji 1, 2 dan benda uji 3 berturut-turut sebesar 28,148 Mpa, 34,792 Mpa dan 34,259 Mpa dengan rata-rata 32,400 Mpa. Sedangkan pada bambu petung bagian tengah menghasilkan nilai kuat tumpu pada benda uji 1, 2 dan 3 berturut-turut sebesar 50,625 Mpa, 50,185 Mpa, dan 43,833 Mpa dengan rata-rata 48,215 Mpa. Kemudian kuat tumpu pada bagian bawah yang dihasilkan pada benda uji 1,

2 dan 3 berturut-turut sebesar 49.487 Mpa, 66.212 Mpa dan 54.583 Mpa dengan rata-rata 52,703. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tumpu terbesar untuk metode setengah lubang terletak pada bambu bagian bawah dengan kuat tumpu rata-rata sebesar 56.761 Mpa.

- Baut 10 mm

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 10 mm metode lubang penuh

Nomor Sampel	Pmax N	P(5%) N	D mm	t mm	Fe(max) MPa	Rata-Rata (MPa)	Fe (5%) MPa	Rata-Rata (MPa)
UJUNG								
1	2110	2020	10	8	26.375	26.991	25.250	25.782
2	2450	2351	10	9	27.222		26.122	
3	2190	2078	10	8	27.375		25.975	
TENGAH								
1	3260	3214	10	9	36.222	35.470	35.711	34.882
2	3410	3389	10	9	37.889		37.656	
3	3230	3128	10	10	32.300		31.280	
PANGKAL								
1	4930	8815	10	13	37.923	37.033	67.808	46.483
2	4860	4753	10	14	34.714		33.950	
3	5000	4900	10	13	38.462		37.692	



Gambar 14. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 10 mm metode lubang penuh

Pada pengujian kuat tumpu bambu petung dengan metode lubang penuh untuk diameter 10 mm untuk benda uji 1, 2 dan 3 dihasilkan nilai kuat tumpu pada bagian atas sebesar 26.375 Mpa, 27.222 Mpa, 27.375 Mpa dengan rata-rata 26.991 Mpa. Untuk bambu bagian tengah didapatkan nilai kuat tumpu sebesar 36.222 Mpa, 37.889 Mpa, 32.300 Mpa dengan rata-rata 35.470 Mpa. Kemudian untuk bambu petung bagian bawah diperoleh nilai kuat tumpu 37.923 Mpa, 34.714 Mpa dan 38.462 Mpa dengan rata-rata 37.033 Mpa. Untuk pengujian kuat tumpu bambu petung dengan menggunakan metode

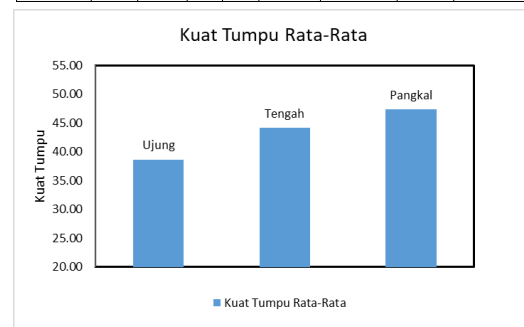
lubang penuh untuk diameter baut 10 mm didapatkan nilai kuat tumpu terbesar terdapat pada bambu bagian bawah dengan nilai 37.033 Mpa.

3. Metode Setengah Lubang Ganda

- Baut 6 mm

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 6 mm metode setengah lubang ganda

Nomor Sampel	Pmax N	P(5%) N	D mm	t mm	Fe(max) MPa	Rata-Rata (MPa)	Fe(5%) MPa	Rata-Rata (MPa)
UJUNG								
1	3340	3290	6	7	39.762	38.661	39.167	36.424
2	3480	2800	6	7	41.429		33.333	
3	3340	3530	6	8	34.792		36.771	
TENGAH								
1	4670	4960	6	10	38.917	44.137	41.333	43.843
2	4860	4570	6	8	50.625		47.604	
3	4630	4600	6	9	42.870		42.593	
PANGKAL								
1	5190	5460	6	9	48.056	47.339	50.556	48.093
2	5860	5770	6	10	48.833		48.083	
3	7040	7120	6	13	45.128		45.641	



Gambar 13. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 6 mm metode setengah lubang ganda

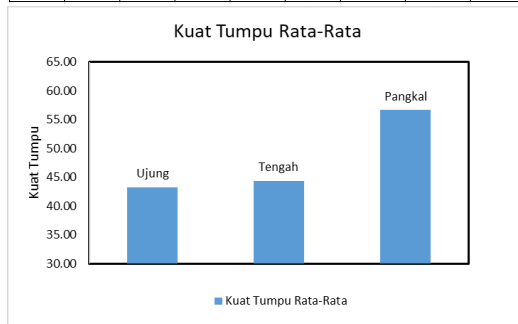
Untuk metode pengujian kuat tumpu bambu petung dengan menggunakan metode setengah lubang ganda dengan diameter baut 6 mm diperoleh nilai kuat tumpu untuk benda uji 1, 2 dan 3 pada bambu bagian ujung sebesar 39.762 Mpa, 41.429 Mpa, 34.792 Mpa dengan rata-rata 38.661. kemudian untuk bambu petung bagian tengah 38.917 Mpa, 50.625 Mpa, 42.870 dengan rata-rata sebesar 44.137 Mpa. Sedangkan untuk bambu petung bagian pangkal didapatkan nilai kuat tumpu sebesar 48.056 Mpa, 48.833 Mpa, 45.128 Mpa dengan rata-rata 47.339 Mpa. Dari pengujian yang didapatkan dapat diketahui bahwa nilai kuat tumpu

bambu petung terbesar terdapat pada bambu petung bagian pangkal dengan nilai kuat tumpu rata-rata 47.339 Mpa.

- Baut 10 mm

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tumpu bambu petung baut 10 mm metode setengah lubang ganda

Nomor Sampel	Pmax	Fe(5%)	D	t	Fe(max)	Rata - Rata	Fe(5%)	Rata - Rata
	N	n						
UJUNG								
1	6930	7010	10	8	43,313	43,197	43,813	43,197
2	8080	8050	10	9	44,889		44,722	
3	7450	7390	10	9	41,389		41,056	
TENGAH								
1	7010	6951	10	8	43,813	44,343	43,444	44,025
2	7340	7280	10	9	40,778		40,444	
3	7750	7710	10	8	48,438		48,188	
PANGKAL								
1	12570	12400	10	14	44,893	56,739	44,286	51,662
2	15720	12000	10	13	60,462		46,154	
3	14270	14200	10	11	64,864		64,545	



Gambar 14. Grafik kuat tumpu rata-rata bambu petung baut 10 mm metode setengah lubang ganda

Untuk Untuk pengujian kuat tumpu bambu petung dengan menggunakan metode setengah lubang ganda dengan menggunakan diameter baut 6 mm didapatkan nilai kuat tumpu bambu petung untuk sampel 1, 2 dan 3 pada bagian ujung sebesar 43.313 Mpa, 44.889 Mpa, 41.389 Mpa dengan rata-rata 43.197 Mpa. Lalu untuk bambu petung bagian tengah didapatkan nilai kuat tumpu bambu petung sebesar 43.813 Mpa, 40.778 Mpa, 48.438 Mpa dengan rata-rata 44.343. Sedangkan untuk nilai kuat tumpu bambu bagian pangkal didapatkan 44.893 Mpa, 60.462 Mpa, 64.864 Mpa, dengan rata-rata 56.739 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada pengujian kuat tumpu bambu petung dengan metode setengah lubang ganda diperoleh nilai

kuat tumpu terbesar pada bambu bagian pangkal dengan nilai kuat tumpu rata-rata sebesar 56.739 Mpa.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari pengujian dan hasil analisis data kuat tumpu bambu petung dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tumpu bambu petung dengan menggunakan metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan metode lubang penuh pada bagian ujung, tengah dan pangkal menunjukkan bahwa nilai kuat tumpu tertinggi terletak pada bagian pangkal. Terkecuali pada metode setengah lubang untuk baut 10 mm menunjukkan bahwa nilai kuat tumpu maksimal terletak pada bambu bagian tengah.
2. Nilai tertinggi kuat tumpu bambu petung untuk metode setengah lubang, setengah lubang ganda dan metode lubang penuh untuk baut 6 mm terdapat pada metode lubang penuh pada bagian pangkal dengan nilai kuat tumpu 56.761 Mpa dan untuk baut 10 mm memiliki kuat tumpu tertinggi pada metode setengah lubang ganda bagian pangkal dengan nilai kuat tumpu 56.739 Mpa. Nilai kuat tumpu dipengaruhi oleh ketebalan bambu dan diameter baut yang digunakan.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis kuat tumpu bamboo petung menggunakan alat sambung yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D5764-97a. (2018). Standard Test Method for Evaluating Dowel-Bearing Strength of Wood and Wood Based Product. West Conchohocken: ASTM International
- Awaludin, A. 2005. "Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu". Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil FT UGM, Yogyakarta.
- Widjaja, E. A.; Karsono.: Keanekaragaman bambu di Pulau Sumba. *Jurnal Biodiversitas*, 2004, 6 (2): 95—99
- Berlian dan Rahayu. 1995. Budidaya Dan Prospek Bisnis Bambu. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Morisco,1999. "*Rekayasa Bambu*", Nafiri Offset, Yogyakarta
- Fardhani, A., 2016. Pengujian Kuat Tumpu *Wood Plastic Composite (wpc)* Sengon Dengan Half Hole Method, *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Masdar, Astuti, Novianti, and Ridha Sari, 'Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kuat Tumpu Pelat Sambung Papan Laminasi Bambu Petung', 2019, 100–105
- Rini, D. S., Wulandari, F. T. & Aji, I. M. L. (2017). Studi Jenis Dan Sebaran Bambu Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Senaru. *Jurnal Sangkareang Mataram*
- Wulandari, F.T., 2019. Karakteristik dan Sifat Fisik Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) di Kawasan Hutan Kemasyarakatan (HKM) Desa Aik Bual, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Universitas Mataram, Mataram.
- Syahroni, M.2017. sifat fisika bambu tali (*Gigantochloa apus kurs*) dan Bambu Tutul (*Bambusa valgaria Schrad*). [Skripsi].Program studi kehutanan.UNRAM
- Okrata R.2012. Sifat Fisika Dan Mekanis Bambu Lapis Dari Bambu Tali (*Gigantochloa apus.Kurrs*) Dengan Perbedaan Jarak Sambungan Dan Jenis Perekat. Skripsi Fakultas Kehutanan Institute Pertanian Bogor.
- Ghavami, K. 2005. Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements. *Cement & Concrete Composites (2005)*: 637-645. Rio de Janeiro.