

## **KAJIAN APLIKASI SAMBUNGAN MODIFIKASI TIPE BALL BEARING HINGES PADA SEGMENT MAIN STRUCTURE MODUL FOLDABLE BAMBOO SHELTER**

Nurul Eka Nurkisyati<sup>1</sup>, Yulianto Purwono Pratmaji<sup>2</sup>, dan Abdul Robbi Maghzaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: ekanurul277@gmail.com

**ABSTRAK:** Dalam beberapa tahun terakhir gempa di Indonesia semakin sering terjadi dan menyebabkan banyak korban jiwa juga menyebabkan kerusakan bangunan. Saat keadaan setelah gempa banyak orang kehilangan tempat tinggal sehingga memerlukan tempat tinggal baru sementara waktu dalam waktu yang secepat mungkin. Menggunakan material yang ramah lingkungan seperti bambu merupakan salah satu penerapan Green architecture. Bambu merupakan material yang tahan terhadap guncangan gempa karena sifat tariknya yang tinggi, elastis dan ringan. Modular rimba bambu dapat digunakan untuk bangunan Shelter sebagai hunian tanggap bencana gempa. Untuk mempermudah akomodasi dan demi keefektifan penggunaan maka shelter ini di desain dengan konsep Foldable. Modul Shelter Foldable ini didukung dengan sambungan Modifikasi Tipe Ball Bearing Hinges. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan Aplikasi Sambungan Tipe Ball Bearing Hinges pada Segmen Main Structure Modul Foldable Bamboo Shelter. Dari penelitian dapat diketahui bahwa penambahan beban memiliki korelasi positif terhadap tingkat deformasi pada sambungan dan segmen modul. Semakin besar beban yang diterima, yaitu setiap penambahan beban 5,75 kg menyebabkan defleksi linier sebesar 2 cm pada segmen modul dan 0,1 cm pada sambungan. Pada pengujian yang dilakukan, beban maksimal yang diberikan adalah sebesar 28,75 kg yang menyebabkan defleksi segmen modul sebesar 10 cm dari titik awal pengujian dan defleksi sambungan sebesar 0,5 cm dari kondisi awal. Maka dapat diketahui bahwa desain sambungan ini sudah cukup layak diaplikasikan pada Segmen Main Structure Modul Foldable Bamboo Shelter.

**Kata kunci:** Bamboo, deformasi, foldable, hinges, shelter

### **PENDAHULUAN**

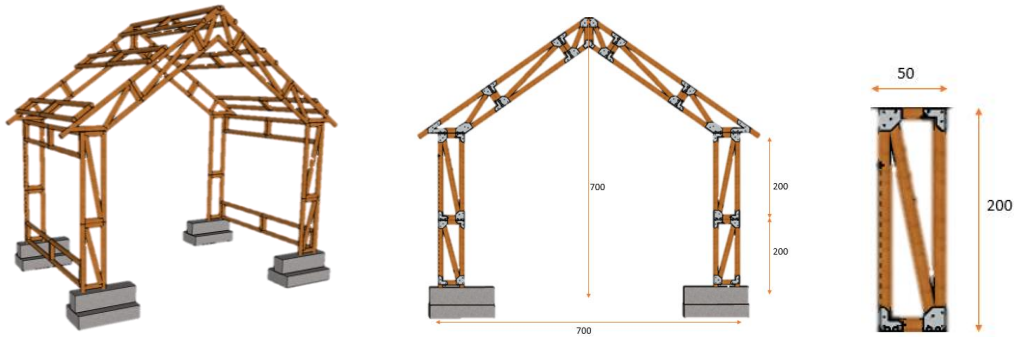
#### **Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang rawan terjadi gempa. Dalam keadaan pasca gempa diperlukan shelter yang secepat mungkin dapat terbangun dengan konstruksi yang aman. Bambu merupakan material yang tahan terhadap guncangan gempa karena sifat tariknya yang tinggi, elastis dan ringan. Kekuatan bambu terdiri dari beberapa faktor yaitu dari serat jenis bambu, kualitas pengawetan bambu, cara pengerjaan bambu, juga sambungan bambu. Sambungan bambu sangat mempengaruhi kekuatan konstruksi pada bangunan. Sambungan bambu dapat menjadi kekuatan apabila tepat menggunakan jenis sambungan dan tepat secara pengerjaannya, namun dapat juga menjadi kelemahan utama bambu apabila salah penggunaan jenis sambungan. Modular merupakan sistem bangunan yang menggunakan prinsip berulang dan sederhana mungkin untuk membangun sebuah bangunan. Modular Rimba dapat digunakan untuk untuk bangunan shelter tanggap bencana. Untuk efisien dalam proses pembangunan dan akomodasi dapat menggunakan konsep modular rimba shelter Foldable dengan menggunakan sambungan *Modifikasi Tipe Ball Bearing Hinges* agar dapat dilipat sehingga mudah dibawa dan dapat ditegakkan apabila akan digunakan sehingga praktis dalam pemasangan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan Aplikasi Sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* maka perlu dilakukan pada Segmen *Main Structure Modul Foldable Bamboo Shelter*.

**Rumusan Masalah**

1. Apakah deformasi pada sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* Pada Segmen *Main Structure Modul Foldable Bamboo Shelter* dapat disebabkan oleh pemberian beban secara horizontal?
2. Seberapa besar pengaruh beban terhadap deformasi Sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* Pada Segmen *Main Structure Modul Foldable Bamboo Shelter* ?

**Desain Modul *Foldable Bamboo Shelter***



**Gambar 1** Desain Modul Shelter Portabel dengan software Sketchup  
Sumber: Penulis tahun 2022

**STUDI PUSTAKA**

**Gempa**

Berdasarkan data dari USGS, Indonesia memiliki lebih dari 150 gempa bumi berkekuatan 7.0+ dalam skala magnitudo dari periode 1900–2022. (id.wikipedia.org, 2022)

**Tabel 1** Data Gempa bumi di Indonesia 5 tahun terakhir

Tanggal	Kekuatan	Epi-sentrum	Area	Meninggali Dunia	Keterangan
26 Februari 2022	6,1 M <sub>w</sub>	0.15°S 99.98°E	Pasaman, Sumatera Barat	25	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Pasaman Barat 2022
14 Januari 2022	6,6 M <sub>w</sub>	7.01°S 105.26°E	Banten		Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Banten 2022 Lebih dari 3.000 bangunan rusak termasuk sekolah, dan fasilitas publik, 10 orang terluka
14 Desember 2021	7,4 M <sub>w</sub>	7.59°S 122.26°E	Larasuka	1	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Latur Flores 2021
16 Oktober 2021	4,8 M <sub>w</sub>	8.348°S 115.461°E	Bali	3	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Karangasem 2021
28 Juli 2021	6,5 M <sub>w</sub>		Sulawesi Tengah	1	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Tojo Ulu-Ulu 2021
10 April 2021	6,1 M <sub>w</sub> [1][2]	8.83°S 112.50°E	Jawa Timur	10[1][2]	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Jawa Timur April 2021
15 Januari 2021	6,2 M <sub>w</sub> [1][2]	3.005°S 116.924°E	Sulawesi Barat/ Majene	100[1][2]	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Sulawesi Barat 2021
28 September 2019	6,5 M <sub>w</sub>	3.450°S 128.347°E	Maluku	41[1][2]	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Maluku 2019
2 Agustus 2019	6,9 M <sub>w</sub>	7.54°S 104.55°E	Banten/Gelati Sunda	8	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Banten 2019
14 Juli 2019	7,3 M <sub>w</sub>	0.568°S 128.058°E	Halmahera	14	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Halmahera 2019
12 April 2019	6,9 M <sub>w</sub>		Bangka Kepulauan		Informasi lebih lanjut: Gempa Bumi Bangka Kepulauan 2019
11 Oktober 2018	6,3 M <sub>w</sub>	7.42°S 114.47°E	Sibubondo	3	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Sibubondo 2018
28 September 2018	7,4 M <sub>w</sub>	0.18°S 116.85°E	Sulawesi	2.073[3]	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi dan tsunami Sulawesi 2018
19 Agustus 2018	6,5 M <sub>w</sub>		Lombok		Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Lombok 19 Agustus 2018 Pukul 10.30 WITA
5 Agustus 2018	7,0 M <sub>w</sub>	8.37°S 116.48°E	Lombok	390	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Lombok 5 Agustus 2018
29 Juli 2018	6,4 M <sub>w</sub>	8.4°S 116.5°E	Lombok	16	Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Lombok Juli 2018
23 Januari 2018	6,4 M <sub>w</sub>		Banten		Informasi lebih lanjut: Gempa bumi Banten 2018 Gempa mengguncang bagian Barat Daya Lebak, Provinsi Banten, dengan berkekuatan 6.4 SR mengakibatkan kerusakan cukup parah di area Lebak, Pandeglang serta Pelabuhan Ratu. Gempa terasa hingga Lampung, Tangerang, Jakarta, Bandung hingga Yogyakarta.

Sumber: id.wikipedia.org, 2022

### **Shelter**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), arti kata shelter adalah bangunan kecil beratap untuk tempat berteduh (di perhentian bus, taman hutan, dan sebagainya).

### **Bambu**

Kelebihan bambu sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Bambu murah dan mudah didapat karena dapat tumbuh di mana saja.
2. Bambu mudah dibentuk dan diolah dengan alat-alat sederhana, alat -alat tersebut antara lain : gergaji, kapak penebang, bende atau golok , pangot dan pisau .
3. Permukaan luar batang bambu licin dan halus, sehingga tidak perlu finishing. Hanya perlu dibersihkan dari bulu-bulu halus yang menyelimuti permukaan luar batang . Bisa dilakukan dengan mudah menggunakan amplas.
4. Bambu ringan sehingga tidak memerlukan struktur bawah yang terlalu berat.
5. Bambu bersifat elastis sehingga sangat cocok untuk daerah yang sering mengalami gempa / tanah bergerak . (Poerwodihardjo, 2008)
1. Bambu apus termasuk dalam genus *Gigantochloa* yang memiliki rumpun yang rapat. Nama ilmiah bambu apus adalah *Gigantochloa apus* Bl. Bambu apus dikenal juga sebagai bambu tali, awi tali, atau pring tali. Morisco menyatakan bahwa bambu apus memiliki kekuatan lentur 502,3–1240,3 kg/cm<sup>2</sup>, modulus elastisitas lentur 57.515–121.334 kg/cm<sup>2</sup>, keteguhan tarik 1231–2859 kg/cm<sup>2</sup>. Sifat mekanis bambu apus tanpa buku lebih besar dibandingkan dengan bambu apus dengan bukunya. (Parlindungan, 2006)

### **Aluminium**

Aluminium merupakan unsur metal yang berlimpah di dalam kerak bumi. Karena sifatnya yang mudah dibentuk, lentur, dan tahan korosi inilah Aluminium banyak digunakan untuk berbagai aspek industri termasuk di bidang industri perkapalan. Akan tetapi untuk Aluminium murni memiliki kekuatan yang rendah. Hal ini bisa ditingkatkan dengan pemaduan Aluminium dengan komposisi lainnya untuk peningkatan sifat dari Aluminium murni tersebut. Kekuatan tensil aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan stensil berkisar 200-600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (drawing), dan diekstrusi. Salah satu pemaduan Aluminium adalah pada seri 6061. (Nurhafid, 2017)

### **Modular**

**Desain modular** atau modularitas dalam desain, adalah prinsip desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disebut *modul* (seperti [luncuran proses modular](#) ), yang dapat dibuat, dimodifikasi, diganti, atau ditukar secara independen dengan modul lain atau antara sistem yang berbeda. (hmn.wiki/id)

### **Variable**

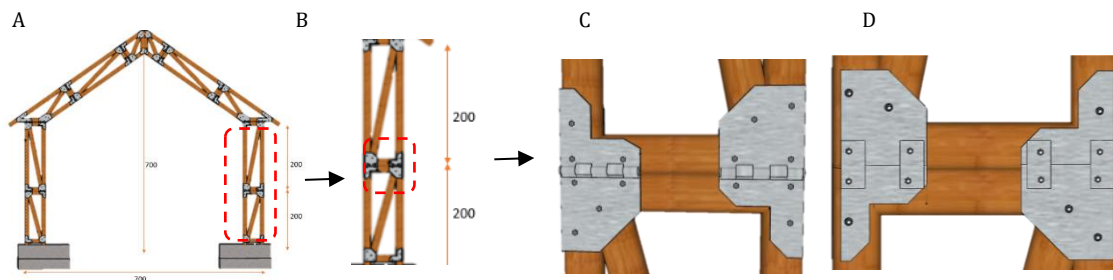
Menurut (Sugiyono, 2015:96) “variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat). variabel Dependen merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas”.

### **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Eksperimen. Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu simulasi desain, pengujian sambungan, dan pengolahan data. Simulasi desain dilakukan dengan cara membuat desain pada software Sketchup. Kemudian desain yang telah selesai direalisasikan dalam bentuk maket dengan skala 1:4.

Pengujian sambungan dilakukan dengan cara memberikan beban pada segmen secara horizontal. Satu buah segmen main structure didiposisikan secara tegak kemudian diberi beban yang berupa beton dengan variasi beban secara horizontal menggunakan tali yang dihubungkan menggunakan katrol. Deformasi yang terjadi pada segmen didasarkan pada besarnya defleksi yang terjadi dari posisi awal segmen menggunakan mistar. Pengolahan data dilakukan berdasarkan interpretasi variable yang digunakan yaitu korelasi antara besar beban yang diberikan dengan deformasi yang terjadi. Variable independent pada penelitian ini adalah Beban. Variable dependent pada penelitian ini adalah deformasi. Variable Kontrol pada penelitian ini adalah waktu, jenis sambungan, jenis bambu, jumlah baut.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

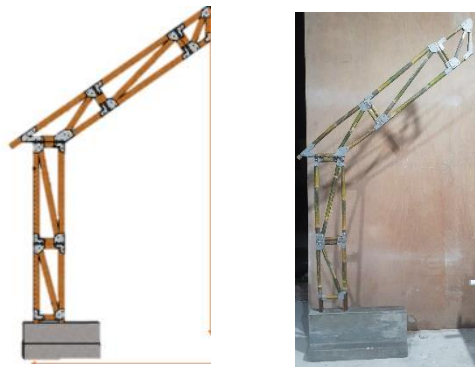


**Gambar 2.** Main structure modul (A), Dua Segmen main structure modul (B), Sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* (Tampak Depan) (C), dan Sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* (Tampak Belakang) (D).

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

### Simulasi Desain

Simulasi desain modul menggunakan maket skalatis 1:4 dibuat dengan bambu apus (*Gigantochloa apus Bl*), dengan diameter 2cm.

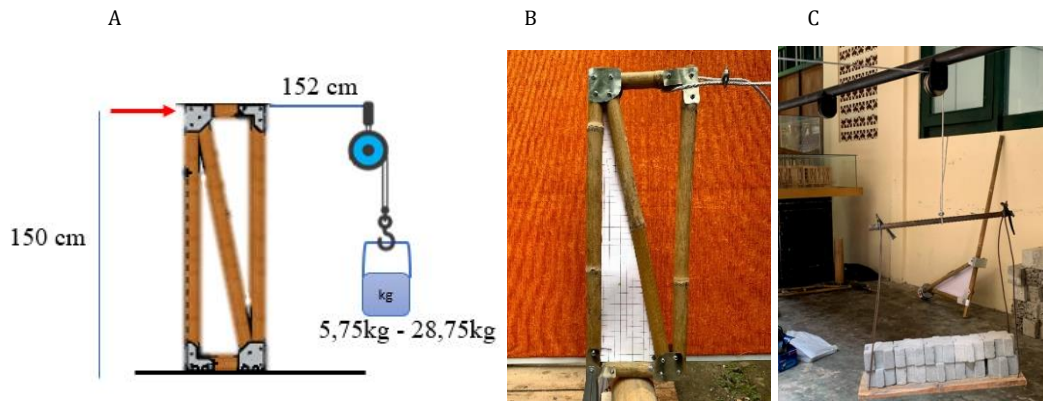


**Gambar 3.** Simulasi desain, desain (kiri), Maket skalastis 1:4 (kanan).

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

### Skema Pengujian

Pengujian ini dilakukan pada sebuah *segment main structure* modul utama dari rangkaian modular. Pengujian sambungan dilakukan dengan cara memberikan pembebanan secara horizontal.



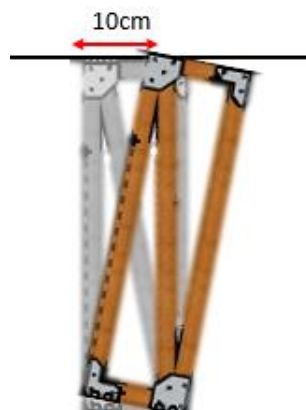
**Gambar 4.** Skema pengujian, desain(A), segmen (B), beban (C).  
Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

### Hasil Data Pengujian

Saat dilakukan pengujian pada Sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* Pada sebuah Segmen *Main Structure* Modul *Foldable Bamboo Shelter* ditemukan pula bahwa terjadi deformasi pada bagian segmen.



**Gambar 5.** Pergeseran Deformasi pada modul  
Sumber: Kajian Penulis tahun 2022



**Gambar 6.** Pergeseran Deformasi pada modul  
Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

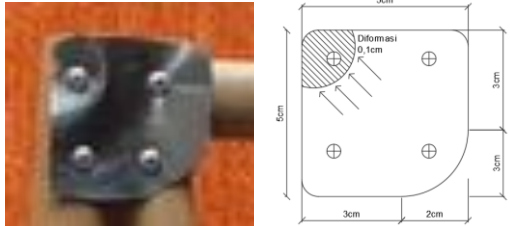
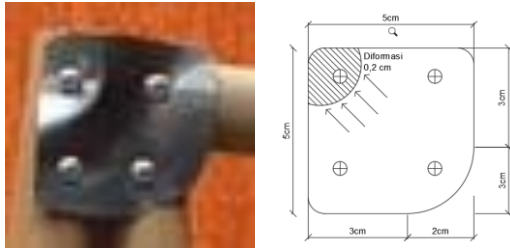
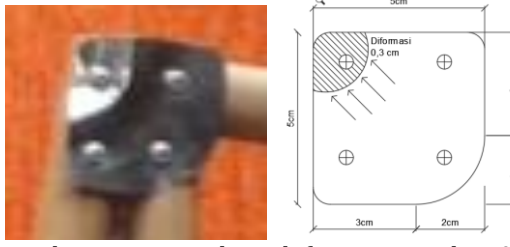
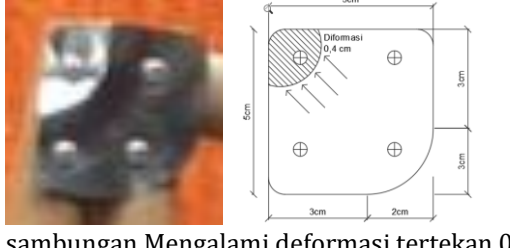
**Tabel 2.** Data Deformasi pada modul

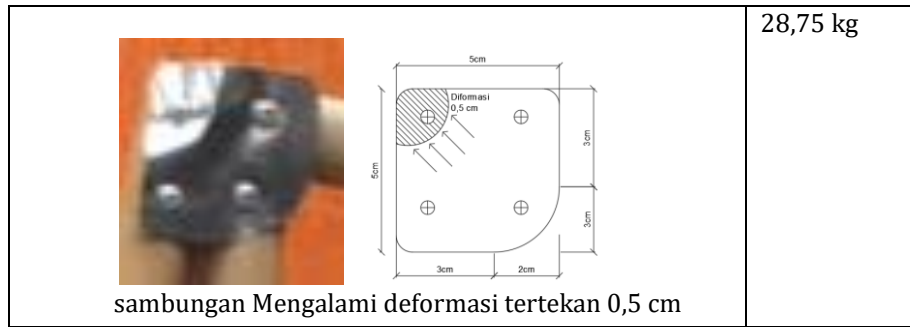
DATA DEFORMASI	
Beban (kg)	Total Deformasi modul (cm)
5,7	2
11,5	4
17,25	6
23	8
28,75	10

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

Semakin beban semakin ditambah maka diformasi pergeseran modul semakin bertambah juga.

**Tabel 3** Data Deformasi pada sambungan

Deformasi Sambungan	Beban
 <p>sambungan Mengalami deformasi tertekan 0,1 cm</p>	5,75kg
 <p>sambungan Mengalami deformasi tertekan 0,2 cm</p>	11.5kg
 <p>sambungan Mengalami deformasi tertekan 0,3 cm</p>	17.25kg
 <p>sambungan Mengalami deformasi tertekan 0,4 cm</p>	28,75 kg



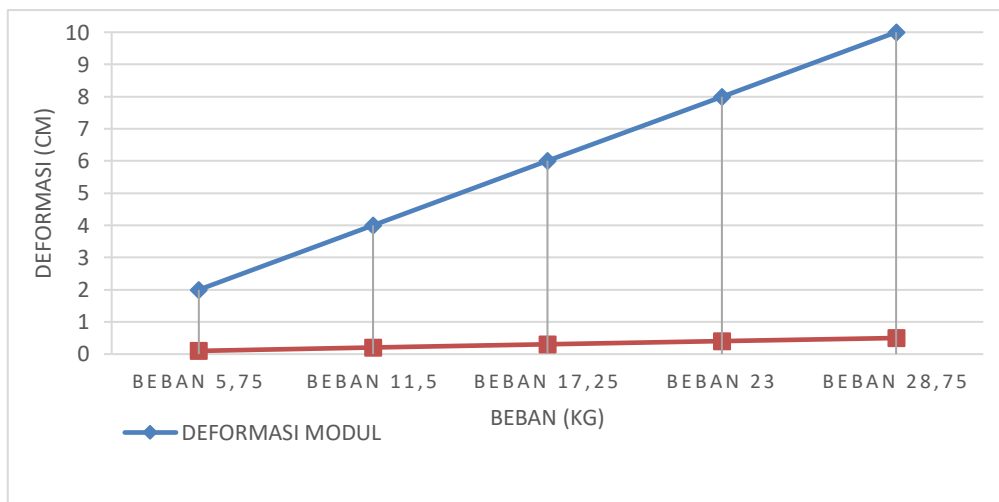
Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

**Tabel 3.1** Data Deformasi pada sambungan

DATA DEFORMASI	
Beban (kg)	Total Deformasi sambungan (cm)
5,7	0,1
11,5	0,2
17,25	0,3
23	0,4
28,75	0,5

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

Berdasarkan temuan, diketahui bahwa pada bagian sambungan mengalami deformasi permanen yang ditunjukkan pada gambar dalam tabel 3. Hal ini disebabkan oleh material yang digunakan dalam sambungan yaitu plat alumunium dengan ketebalan 0,5 mm. Alumunium sendiri memiliki *bending capacity* sebesar berkisar 200-600 MPa. dimana jika beban yang diberikan melebihi kapasitas tersebut, alumunium akan mengalami deformasi yang bersifat permanen. Hal ini berbeda dengan deformasi yang dialami oleh material segmen yaitu bambu apus. Material bambu apus memiliki *bending capacity* sebesar 57.515–121.334 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga mampu menahan beban yang lebih baik. Selain itu, deformasi yang terjadi pada material bambu bersifat non permanen saat beban yang diberikan tidak melebihi bending capacitinya sehingga dapat Kembali ke bentuk awal. Oleh karena itu pemilihan material yang digunakan sebagai sambungan perlu memperhatikan potensi beban yang diterima durasi pemakaiannya.



**Grafik 1.** Data Deformasi pada modul dan sambungan

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022

Berdasarkan data pengujian, diketahui bahwa penambahan beban memiliki korelasi positif terhadap tingkat deformasi pada sambungan dan segmen modul. Semakin besar beban yang diterima, yaitu setiap penambahan beban 5,75 kg menyebabkan defleksi linier sebesar 2 cm pada segmen modul dan 0,1 cm pada sambungan. Pada pengujian yang dilakukan, beban maksimal yang diberikan adalah sebesar 28,75 kg yang menyebabkan defleksi segmen modul sebesar 10 cm dari titik awal pengujian dan defleksi sambungan sebesar 0,5 cm dari kondisi awal. Hal tersebut menunjukkan bahwa kelemahan utama struktur bangunan bambu terletak pada bagian sambungannya. Hal ini didukung dengan jenis deformasi pada bagian sambungan bersifat permanen dibandingkan dengan bagian material yaitu bambu apus (*Gigantochloa apus Bl*) yang bersifat elastis.

### Kesimpulan dan Saran

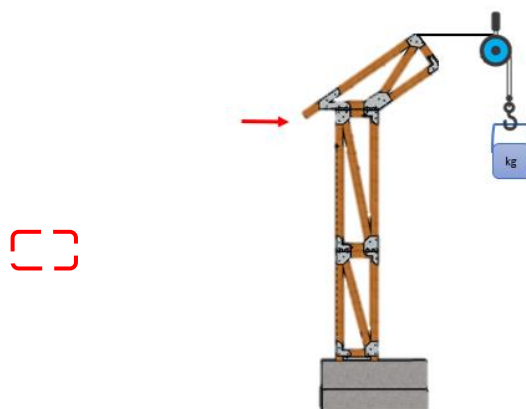
Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan:

1. Deformasi pada sambungan Tipe *Ball Bearing Hinges* Pada Segmen *Main Structure* Modul *Foldable Bamboo Shelter* dapat disebabkan oleh pemberian beban. Beban mempengaruhi deformasi, semakin besar beban yang diberikan maka sambungan dan modul semakin mengalami deformasi. Deformasi terjadi karena beban yang diberikan melebihi kapasitas objek.
2. Deformasi yang terjadi linier dengan besar beban yang diberikan dimana kerusakan utama terjadi pada bagian sambungan.

Penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran tentang perilaku bambu dan sambungan. Penelitian ini juga dapat dijadikan acuan juga gambaran dalam pembuatan modul. Dengan adanya penelitian ini maka dapat diketahui kinerja sambungan sebelum diaplikasikan modul dengan skala 1:1. Sehingga dapat mengetahui kekurangan desain, meminimalkan resiko dan dapat diperbaiki sebelum dibangun.

### Rekomendasi

1. Disarankan untuk menggunakan material sambungan yang memiliki kekuatan lebih tinggi sehingga tidak mengalami deformasi secara permanen. Seperti menggunakan material aluminium dengan ketebalan yang lebih tinggi, plat besi dsb.
2. Pengujian selanjutnya dapat dilakukan pada sambungan antar segmen modul dengan skema berikut.



**Gambar 4.** Skema pengujian sambungan antar modul

Sumber: Kajian Penulis tahun 2022



## DAFTAR PUSTAKA

- Sugiarta, I. W., & Rofaida, A. (2019, February). KINERJA SAMBUNGAN BAMBU CELAH BERPENGISI PADA BERBAGAI VARIASI DIAMETER BAUT. In *Andalas Civil Engineering (ACE) Conference 2018*.
- TANWIR, T. (2018). PENGARUH VARIASI JARAK UJUNG TERHADAP KUAT TARIK SAMBUNGAN BAMBU CELAH BERPENGISI MENGGUNAKAN BAUT DAN PELAT ALUMINIUM (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Ridzqo, I. F., Rochimah, E., & Upa, V. A. (2021). Model Sambungan untuk Struktur Lantai Panggung Bambu sebagai Alas Tidur Pengungsi.
- Darwis, Z., Kuncoro, H. B. B., & Pratama, A. (2021). Eksperimental Variasi Sambungan Dengan Alat Sambung Pasak terhadap Kuat Geser Balok Bambu Laminasi. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 1-8.
- Sahetapy, A. A., & Sondakh, J. A. (2021). MANADO BUSSINES TOWER, Arsitektur Modular. *Jurnal Arsitektur DASENG*, 9(2), 182-191.
- Abidah, R., Sulisty, B. W., & Ramadhani, S. (2019, August). DESAIN PESANTREN MUSLIMAH MENENGAH KEATAS DENGAN SISTEM STRUKTUR MODULAR DI GRESIK DENGAN PENONJOLAN ARSITEKTUR BERWAWASAN LINGKUNGAN. In *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur* (Vol. 1, No. 1, pp. 248-252).
- Kushartomo, W., Wiyanto, H., Linggasari, D., & Sutandi, A. (2021). SAUNG BAMBU KOMPOSIT DENGAN SAMBUNGAN PELAT BUHUL. *Prosiding SENAPENMAS*, 81-88.
- Sugiarta, I. W., & Rofaida, A. (2018). Kuat Tarik Sambungan Bambu Celah Berpengisi dengan Alat Sambung Baut pada Berbagai Variasi Jarak Ujung. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 4(1), 17-22.
- ANDRIANI, V. (2014). KEKUATAN SAMBUNGAN BAMBU DENGAN ALAT SAMBUNG BAUT, IJUK, DAN FIBRE-REINFORCED PLASTIC (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- DESTISARI, Y. (2016). Pengaruh Diameter Baut Pada Jarak Baut Ke Ujung Bambu Pada Sistem Sambungan Bambu (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Sarwidi, I. (2018). PENGUJIAN KUAT SAMBUNGAN BAMBU LAMINASI DENGAN METODE SAMBUNGAN GESER SATU IRISAN MENGGUNAKAN ALAT SAMBUNG BAUT.
- Eratodi, I. G. L. B. (2020). PERILAKU SAMBUNGAN STRUKTUR Aplikasi pada Rekayasa Kayu dan Bambu (Bambu Laminasi) (Vol. 1). *Indomedia Pustaka*.
- Santoso, V. G., & Anandhita, G. (2020). Pemanfaatan Botol Plastik untuk Sambungan Ikat pada Konstruksi Bambu.
- Poerwodihardjo, F. E., & Istiningsih, C. D. (2008). *Bambu Untuk Bangunan Tahan Gempa*.

- Manik, P., Samuel, S., & Prasetyo, D. A. (2016). Analisa kekuatan tarik dan kekuatan lentur balok laminasi kombinasi bambu petung dan bambu apus untuk komponen kapal kayu. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 13(3), 142-151.
- A. Nurhafid, S. Jokosisworo, and U. Budiarto, "Analisa Pengaruh Perbedaan Feed Rate Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Aluminium 6061 Metode Pengelasan Friction Stir Welding," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 2, Jul. 2017
- Sudarwani, M. M. (2012). Penerapan green architecture dan green building sebagai upaya pencapaian sustainable architecture. *Dinamika Sains*, 10(24).
- Utami, M. N., Ardi, F., Wildan, M., Saputro, A. D., & Utari, R. R. A. (2014). Kajian Sustainable Material Bambu, Batu, Ijuk dan Kayu pada Bangunan Rumah Adat Kampung Naga. *Reka Karsa*, 2(2).
- Kurniawan, R. A., & Pamungkas, L. S. (2020). PENERAPAN ARSITEKTUR BERKELANJUTAN (SUSTAINABLE ARCHITECTURE) PADA PERANCANGAN TAMAN BUDAYA DI KABUPATEN SLEMAN. *Jurnal Arsitektur GRID*, 2(1), 35-39.
- Abdurrahman, S. E., Rahim, M., & Harisun, E. (2020). Strategi Penerapan Sustainable Landfill di Ternate. *Jurnal Sipil Sains*, 10(1).
- Sudarwani, M. M. (2012). Penerapan green architecture dan green building sebagai upaya pencapaian sustainable architecture. *Dinamika Sains*, 10(24).
- Krisdianto, G. S., & Ismanto, A. (2000). Sari hasil penelitian bambu. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Putri, S. P. S., & Purwantiasning, A. W. (2021). KAJIAN KONSEP ARSITEKTUR MODULAR PADA RUMAH SUSUN ITB JATINANGOR. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 8(1), 81-93.
- Supardjo, R. A., Sangkertadi, S., & Tondobala, L. (2019). Hotel Haji Di Manado. *Arsitektur Modular (Doctoral dissertation, Sam Ratulangi University)*.

[https://hmn.wiki/id/Modular\\_design](https://hmn.wiki/id/Modular_design)

[https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_gempa\\_bumi\\_di\\_Indonesia](https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_gempa_bumi_di_Indonesia)