

**PENGAJIAN KUALITAS SIFAT MEKANIS MATERIAL  
BAMBU LAMINASI UNTUK DITERAPKAN PADA DESAIN PRODUK FURNITUR  
YANG BERKONSTRUKSI SAMBUNGAN *KNOCKDOWN***

Mohamad Arif W<sup>1)</sup>, Yusril Irwan<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Desain Produk Fakultas Seni Rupa dan Desain Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH Mustopha 23 Bandung

<sup>2)</sup>Jurusan Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH Mustopha 23 Bandung

**ABSTRAK**

Hasil mengujian kekuatan tekan pada bambu laminasi yang berbentuk batang menunjukkan kemampuan menahan beban hingga mencapai 170 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada struktur sambungan yang dibentuk dari dua modul bambu laminasi dapat mencapai kekuatan tekan antara 155 -390,5 kg/cm<sup>2</sup>. Kekuatan tekan yang dimiliki oleh material bambu laminasi yang berbentuk batang dan yang telah dibuat menjadi sambungan, jika dibandingkan dengan kekuatan tekan alami bambu *Gigantochloa Apus Kurz* (bambu Apus/ bambu Tali) sebesar 504 kg/cm<sup>2</sup>, dinilai mengalami penurunan. Hal ini terjadi akibat kualitas daya rekat perekat yang mengikat setiap lembaran bambu pada material eksperimental tersebut belum cukup baik. Namun kekuatan material tersebut dinilai masih layak dan dapat digunakan sebagai bahan struktur penopang produk-produk furnitur. Disamping itu material bambu laminasi ini dinilai memiliki keunggulan lain yaitu kemampuan fisik untuk dibentuk dengan teknik cetak sehingga dapat menghasilkan bentuk-bentuk lain seperti bentuk lengkung yang tidak dimiliki oleh batang bambu konvensional.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yang berkaitan dengan sifat-sifat mekanis bambu laminasi agar material tersebut menjadi layak untuk digunakan sebagai bahan baku utama sebuah produk fungsional. Studi kasusnya adalah pemanfaatan material bambu laminasi pada produk furnitur yang menggunakan sistem konstruksi knock down. Produk yang menggunakan sistem konstruksi tersebut memiliki titik-titik kritis yang mengalami pembebanan ekstrim seperti pada struktur kaki, struktur penopang jok, dan struktur sambungan antar komponen. Selain itu produk furnitur dengan sistem konstruksi knock down memiliki peluang pasar yang cukup baik sehingga membuka peluang bagi para pelaku usaha yang bergerak dibidang pengolahan bambu dan furnitur.

Kata kunci : Bambu, laminasi, sifat mekanis, knock down

**ABSTRACT**

Paper examines the compressive strength of laminated bamboo rod demonstrated the ability to withstand loads up to 170 kg/cm<sup>2</sup>. While the connection structure formed of two modules laminated bamboo can achieve compressive strength between 155 -390.5 kg/cm<sup>2</sup> Compressive strength of laminated bamboo material owned by a rod-shaped and have made a connection, when compared with the compressive strength of natural bamboo *Apus Gigantochloa Kurz* (Apus bamboo / Tali bamboo) at 504 kg/cm<sup>2</sup>, were judged to have decreased . This happens due to the quality of the adhesive glue that binds each sheet of bamboo in the experimental material is not good enough But the strength of the material is still considered to be feasible and can be used as a supporting structure and furniture products. Besides bamboo laminate material is considered to have other advantages, namely the physical ability to be formed by a "cold forming" technique that can produce other forms such as the arch form is not shared by conventional bamboo sticks.

In this research some testing related to the mechanical properties of laminated bamboo material that becomes feasible to be used as the main raw material a functional product. Case study is the use of laminated bamboo material in furniture products using knock-down construction system. Products that use the system construction has critical points experiencing extreme load on the structure of the foot, the seat supporting structure, and the structure of connections between components. Besides furniture products with knock-down construction system has a pretty good market opportunities that open up opportunities for businesses engaged in processing and bamboo furniture.

Keywords: Bamboo, laminate, mechanical properties, knock down

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan material bambu untuk berbagai keperluan sudah sejak lama dilakukan. Mulai dari bahan konstruksi, bahan bangunan, furnitur, alat musik hingga bahan baku kerajinan tangan. Namun hingga saat ini penggunaan bahan bambu tersebut dimanfaatkan dalam bentuk yang masih konvensional, yaitu potongan-potongan yang berwujud silinder dan berbuku disambung dengan bantuan komponen pengikat paku dan tali rotan. Penangan seperti itu membuat desain produk-produk berbahan bambu, khususnya produk furnitur sangat sulit berkembang dan minim variasi. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis peluang kemungkinan pembentukan bahan baku furnitur berupa bambu laminasi dan pengukuran kualitas kekuatan material tersebut jika diperuntukkan sebagai bahan konstruksinya, khususnya jika menggunakan konstruksi sambungan *knock down*. Dengan adanya gagasan tersebut, maka dirasakan perlu dilakukan beberapa pemecahan masalah, khususnya yang menggunakan pendekatan-pendekatan desain sebagai metodenya.

### 1.1 Fokus Penelitian

Fokus permasalahan yang menjadi bahan kajian antara lain:

- a. Penelaahan mampu bentuk dari material bambu dengan pengkajian teknik pembentukan tekan dingin dan laminasi.
- b. Pengujian dan penelaahan sifat mekanis bambu laminasi berdasarkan bentuk dan tipe sambungan untuk mendapatkan kelayakannya agar dapat diaplikasikan pada struktur *knock down*.
- c. Mengkaji peluang desain furnitur yang menggunakan sistem *knock down* sebagai studi kasus implementasi material bambu laminasi.

### 1.2 Tujuan

- a. Mengkaji kekuatan bambu laminasi sehingga layak sebagai material utama pada konstruksi furnitur.
- b. Mengkaji konstruksi *knock down* sebagai sistem dasar sambungan pada produk furnitur sehingga meningkatkan keunikan produk.
- c. Mengembangkan desain dengan berbasis pada aspek fungsi dan teknik pembentukan laminasi sehingga produk furnitur tersebut memiliki nilai visual yang baik ketika menjadi komoditi ekonomi.

### 1.3 Urgensi Penelitian

- a. Penelitian yang dilakukan ini merupakan respon kebutuhan/ masalah yang dirasakan oleh kelompok masyarakat yang memiliki bentuk kegiatan yang bersifat nomaden pada kehidupannya.

- b. Perlu adanya standarisasi sifat mekanis dari material serat alam bambu laminasi yang akan digunakan pada produk-produk yang mengalami pembebanan pada aspek fungsionalnya.
- c. Ekplorasi desain pada produk-produk berbahan baku bambu belum banyak berkembang padahal kemampuan olah bambu sangatlah tinggi dan kemungkinan pengembangan bentuk melalui teknik laminasi memberikan peluang keragaman desain, khususnya pada produk furnitur dengan konstruksi *knock down*.

## 2. METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk penelaahan sifat mekanis produk-produk konstruksi *knock down* furnitur ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif dari proses eksperimen (*learning by doing*) yang dilakukan terhadap beberapa sampel konstruksi bambu laminasi. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengujian dan pengukuran sifat kekuatan secara *full scale test* terhadap bentuk-bentuk konstruksi bambu laminasi berupa kuat tekannya. Kemudian dari data-data hasil pengujian dan pengukuran kekuatan tersebut akan dilakukan analisis kualitatif sebagai usaha untuk menyimpulkan karakter teknis hingga ditemukan peluang pemanfaatannya sebagai bahan atau konstruksi dasar dari produk furnitur sistem *knock down*. Eksperimentasi yang dilakukan antara lain pembentukan konstruksi dengan menggunakan teknik pelapisan (laminasi), pengujian pengaruh arah pembebanan terhadap bentuk konstruksi, pengujian kekuatan jenis sambungan dan kuncian, dan eksplorasi desain yang berkaitan dengan desain produk tertentu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Teknik laminasi pada bambu

Kayu laminasi atau *glulam* dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan atau *lamellae* kayu dengan arah sejajar serat (Tsoumis, 1991). Hal yang sama dapat dilakukan pada material bambu, yaitu hasil pembelahan material tersebut direkat dengan belahan lainnya yang kemudian dipres. Bahan perekat yang digunakan dapat berasal dari bahan organik seperti *urea formaldehida*, *melamin formaldehida*, *phenol formaldehida*, dan *resolcinol formaldehida*. Pada proses pembuatan model-model sambungan bambu laminasi ini dilakukan pengelompokan dua karakteristik bambu yang menjadi dasar pertimbangan yaitu karakteristik bambu yang berkaitan dengan kemampuannya untuk dibentuk dengan teknik cetak-laminasi, dan kemampuan bambu ketika dijadikan struktur penguat dengan memanfaatkan sifat mekanisnya.

Pada penelitian ini digunakan bambu Apus atau bambu Tali (latin : *Gigantochloa Apus Kurz*) yang memiliki modulus elastisitas terbesar diantara bambu lainnya yaitu sekitar 101.000 kg/cm<sup>2</sup>. Karakteristiknya yang sangat liat/ alot, lentur dan tidak mudah patah membuat bambu ini menjadi paling memungkinkan digunakan sebagai bahan utama pada bagian-bagian furnitur yang dilengkung. Sedangkan *Gigantochloa Atter* (bambu Temen atau bambu Ater) dengan keteguhan sejajar serat sebesar 584,31 kg/cm<sup>2</sup> merupakan karakteristik mekanis terbesar diantara bambu lainnya sehingga dinilai cocok jika dijadikan modul-modul yang secara struktural akan menerima suatu pembebanan. Namun jika kita melihat sifat mekanis bambu Tali, bambu tersebut memiliki kuat tekan yang cukup besar yaitu 504

kg/cm<sup>2</sup> sehingga dalam hal ini bambu tersebut memiliki peluang yang baik pula jika digunakan sebagai bagian-bagian furnitur yang akan mengalami beban tekan tadi.

### 3.2 Eksperimen Pembentukan Kontruksi Bambu Laminasi

Untuk proses pembentukan modul bambu laminasi, maka bambu harus dibuat dalam beberapa bentuk bilah seperti gambar di bawah ini.



Bentuk bilah dan pembelahan ruas tersebut akan bergantung dari bentuk modul yang akan diaplikasikan pada furnitur *knock down*. Untuk modul dengan ukuran panjang lebih dari 40 cm maka akan digunakan bilah dengan dua buah ruas dan jika pada ujung-ujungnya membutuhkan sudut lengkung, maka di ujung tersebut harus dilakukan proses pembelahan. Keterbatasan bentuk dan ukuran ruas-ruas pada material bambu yang akan digunakan pada pembentukan bambu laminasi akan mempengaruhi bentuk-bentuk komponen konstruksi yang akan diaplikasikan pada furnitur. Komponen-komponen konstruksi tersebut harus didesain terlebih dahulu sesuai fungsi teknisnya pada produk furnitur yang akan dirancang. Jika dikelompokkan, bentuk-bentuk komponen yang menjadi bagian dari konstruksi furnitur *knock down* ini dapat dibagi dalam tiga macam konstruksi, yaitu :

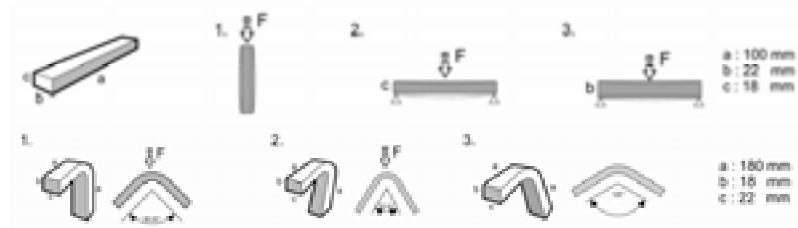
1. Pembebanan pada komponen berfungsi sebagai penopang beban tekan, yaitu komponen yang mengalami pembebanan sejajar serat, melintang serat dan pada lengkung. (gbr a, b & c)
2. Pembebanan pada komponen yang berfungsi sebagai pengunci struktur lengkung yang umumnya berupa tegangan tarik. Komponen ini berupa bahan perekat dan komponen pengunci (*dowel*) (gbr. d).
3. Pembebanan pada sambungan antara komponen- komponen yang menjadi konstruksi furnitur *knock down*. (gbr. e).



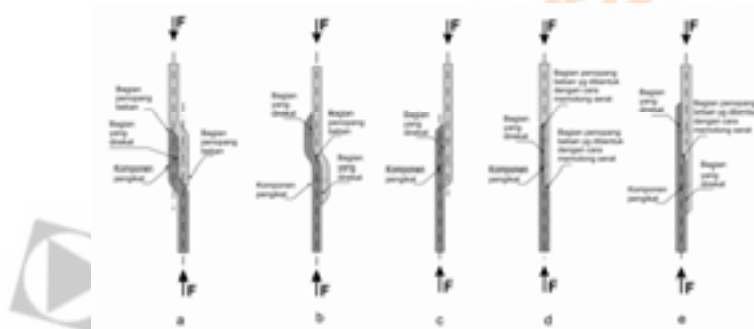
Untuk mendapatkan penilaian yang valid, maka dibuat standarisasi modul benda uji, yaitu menyeragamkan ukuran bahan dan perekat. Diantaranya modul dibuat dari bilah bambu Tali yang direkat secara bertumpuk hingga memiliki ketebalan 18 mm. Perekat yang digunakan adalah perekat jenis *Urea Formaldehyde* dengan konsentrasi 20% air. Konsentrasi ini ditentukan agar perekat memiliki kekentalan yang memadai ketika diaplikasikan dengan

teknik *lay up* pada lembaran bambu sebelum dipres. Selain itu dengan konsentrasi tersebut diharapkan tidak mengurangi daya rekat dan cepat dalam proses pengeringannya.

Pada proses pembuatan benda uji ditentukan beberapa bentuk modul bambu laminasi yang akan digunakan pada konstruksi furnitur *knock down*. Modul yang menjadi benda uji terdiri dari modul berbentuk batang, lengkung dan modul sambungan *knock down* dan *dowel*. Pada modul dengan bentuk lengkung dibuat dalam beberapa sudut lengkung, yaitu lengkung  $90^\circ$ , lengkungan  $< 90^\circ$ , dan lengkungan  $> 90^\circ$ .



Selain itu dibuat beberapa desain modul bambu laminasi yang akan digunakan sebagai benda uji sambungan *dowel* dan sambungan *knock down*. Pada modul benda uji sambungan, dibuat lima macam bentuk sambungan seperti yang dapat dilihat pada gambar ilustrasi di bawah.



Gbr 4. Bentuk benda sambungan dengan komponen pengikat "perekat", *knock down* atau *dowel*

Pada model benda uji (a), dan (b) dibuat dari batang bambu laminasi yang dicetak meliuk tanpa ada proses pemotongan serat, dan kemudian kedua bagian diikat dengan perekat dan komponen pengikat. Model-model ini didesain untuk mengukur kekuatan bentuk terhadap tekanan beban searah serat pada sambungan yang memiliki bagian penopang. Perbedaannya model (a) memiliki 2 penopang dan satu bidang perekat serta gaya (beban) bekerja pada sumbu yang sama. Pada model (b) memiliki satu penopang dan dua bidang perekat, dengan gaya bekerja pada sumbu yang sama. Pada model (c) tanpa penopang sehingga beban ditahan hanya oleh 2 bidang perekat dan komponen pengikat saja, sedangkan gaya bekerja pada sumbu yang berbeda. Untuk model (d) dan (e) pada hakikatnya mirip dengan model (a) dan (b), hanya saja bagian penopang dibentuk dengan memotong sebagian batang konstruksi.

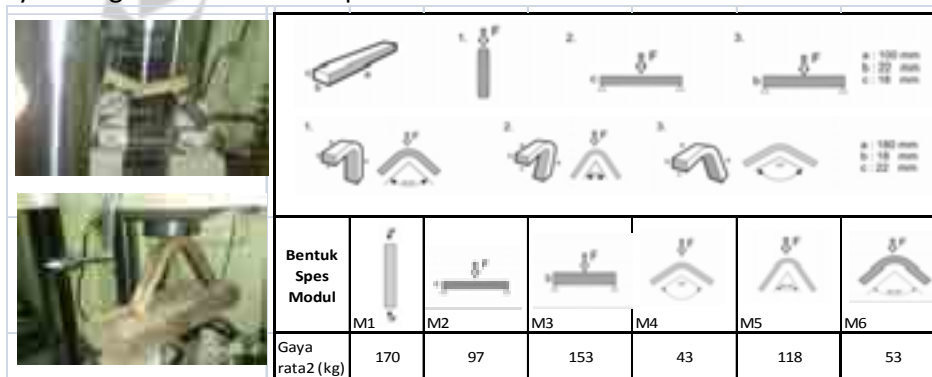
### 3.3 Proses Pengujian Tahap Awal

Pengujian material yang dilakukan pada bahan bambu laminasi ini akan menggunakan metode pengujian model-model konstruksi dan *full scale test* yang mengukur kekuatan pada

kondisi sebenarnya ketika material tersebut diaplikasikan pada produk sesungguhnya. Pengujian material dilakukan hanya menggunakan pengujian tekan saja karena aplikasi material bambu laminasi ini baru diperuntukan pada produk furnitur yang nota bene lebih banyak mengalami beban-beban tekan ketika digunakan. Pengujian bambu laminasi dan bentuk struktur sambungan yang dilakukan antara lain :

- Uji tekan pada beragam bentuk model laminasi, dilakukan terhadap modul-modul bambu lapis dengan bentuk lurus yang akan diberi beban tekan secara vertikal (searah serat), beban tekan yang memotong serat dan menghadap lapisan, serta beban tekan yang memotong serat dan melintang lapisan. Selain itu juga akan dilakukan uji tekan terhadap modul bambu laminasi yang berbentuk lengkungan, baik lengkungan  $90^\circ$ , lengkungan  $< 90^\circ$ , lengkungan  $> 90^\circ$ .
- Uji tekan pada sambungan *dowel* dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran kekuatan model-model sambungan yang memanfaatkan kekuatan yang berasal dari perekatan dan komponen pengikat *dowel*.
- Uji tekan sambungan *knock down* untuk menganalisis kekuatan tekan material bambu laminasi yang diikat oleh komponen mur-baut *knock down*, dan hasilnya akan dikomparasi dengan hasil pengujian model sambungan yang menggunakan komponen *dowel*.
- Uji tekan pada bentuk lengkungan yang dilengkapi dengan komponen pengikat *dowel* dengan bertujuan untuk membandingkan kekuatan konstruksi bambu laminasi yang dilengkapi dengan komponen *dowel* dengan lengkungan yang tidak diberi komponen pengikat tersebut.

Dari hasil pengujian ini, secara fisik benda-benda uji umumnya hanya mengalami keretakan tanpa menimbulkan patahan, khususnya untuk pengujian-pengujian yang melintang arah serat. Sifat ulet bambu yang terbentuk secara alamiah mampu menahan beban tekan yang terjadi padanya seperti yang dapat digambarkan pada tabel di bawah ini. Tabel tersebut memuat nilai-nilai kuantitatif dari beragam pengujian/ pembebanan yang dilakukan terhadap 3 buah benda uji dari masing-masing modul yang kemudian diambil nilai rata-ratanya sebagai nilai kekuatan optimum material bambu laminasi tersebut.



| Bentuk Spes Modul | M1  | M2 | M3  | M4 | M5  | M6 |
|-------------------|-----|----|-----|----|-----|----|
| Gaya rata2 (kg)   | 170 | 97 | 153 | 43 | 118 | 53 |

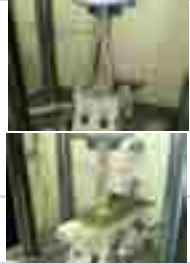





Tabel 1. Hasil pengujian tekan pada model bentuk

### 3.4 Proses Pengujian Lanjutan

Pengujian selanjutnya adalah pengujian konstruksi sambungan *dowel* dan sambungan *knockdown* yang digunakan untuk membentuk sebuah komponen furnitur. Bentuk benda uji untuk pengujian tekan terhadap modul-modul sambungan akan dibuat seperti yang ditunjukkan pada gambar ilustrasi struktur sambungan (gbr 4). Pengujian akan dilakukan

pada komponen modul yang dibentuk dengan cara dicetak dan komponen modul yang bentuknya dibuat dengan cara dipotong. Kelima bentuk benda uji ini dilengkapi dengan komponen pengikat *dowel* 6 mm, dan pada pengujian lain menggunakan ikatan mur-baut *knock down* M6.




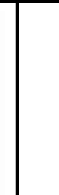

a. Pengujian model sambungan *dowel*

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | <b>Bentuk Spes Sambungan <i>dowel</i></b> |  |  |  |  |  |
|   | D1  | D2  | D3  | D4  | D5  |   |
| Rata2 Gaya (kg)   | 166                                       | 155   | 158   | 390.5   | 244.5   |   |

Tabel 2. Hasil pengujian tekan pada model sambungan *dowel*

Dari data hasil pengujian didapat bahwa konstruksi *dowel* D4 merupakan konstruksi yang paling kuat menahan beban meskipun bentuk modul yang digunakan didapat dengan cara memotong sebagian lapisan bambu yang nota bene seharusnya mengurangi kekuatan batang bambu secara keseluruhan. Namun bentuk yang dibuat tersebut menghasilkan dua permukaan topang yang saling menguatkan antar kedua modul sejauh komponen pengikat tidak terlepas atau patah. Selain itu garis gaya yang bekerja pada konstruksi ini berada pada satu garis lurus yang mengakibatkan gaya-gaya yang bekerja pada saat pembebanan akan didistribusikan secara merata dan seimbang sehingga setiap ikatan antar modul tidak mengalami konsentrasi yang berlebih di satu titik. Selain model sambungan D4, sambungan D5 juga memiliki kekuatan rata-rata yang cukup besar yaitu 244,5 kg sehingga untuk kebutuhan kekuatan dan peluang alternatif desain dapat menggunakan susunan modul seperti pada sambungan tersebut.

b. Pengujian model sambungan *knock down*


|   |  |   |  |   |   |
|---|--|---|--|---|---|
|  | <b>Bentuk Spes Sam <i>Knock down</i></b> |  |  |  |  |
|   | KD 1                                     | KD 2  | KD 3   | KD 4  |   |
| Rata2 Gaya (kg)   | 264                                      | 333   | 265.5  | 406.5   |   |

Tabel 3. Hasil pengujian tekan pada model sambungan *knock down*

Pada pengujian konstruksi sambungan yang menggunakan komponen pengikat mur-baut *knock down*, bentuk dan susunan modul sama seperti pada pengujian sambungan *dowel*. Dari pengujian didapat nilai kekuatan sambungan tersebut lebih kuat dari sambungan *dowel*. Seperti pada modul KD 4 yang susunannya sama seperti modul D4, memiliki kekuatan menahan beban rata-rata hingga 406,5 kg sebelum modul bambu yang digunakan tersebut mulai retak. Bedanya pada sambungan *knock down* ini tidak terjadi retakan yang besar pada lapisan bambu, karena setiap sisi luar bambu terjepit oleh komponen penjepit

mur-baut tersebut. Kerusakan sering kali terjadi pada lapisan bambu di area luar, yaitu daerah yang tidak terpengaruh oleh kekuatan jepit komponen penjepit.

c. Pengujian bentuk lengkungan yang dilengkapi *dowel*

|   |   |  |                                 |                                    |
|---|---|--|---------------------------------|------------------------------------|
|  |  | Bentuk Spes Sambungan dgn <i>dowel</i> |                                 |                                    |
|   |   | Dengan <i>dowel</i> Lengkung 90°       | Tanpa <i>dowel</i> Lengkung 90° | Dengan <i>dowel</i> Lengkung > 90° |
| Rata2 Gaya (kg)   | 87  | 53                                     | 72                              | 43                                 |

Tabel 4. Hasil pengujian tekan pada model lengkungan yang dilengkapi *dowel*

Tujuan pengujian ini adalah mengkomparasi kekuatan rekat antara lapisan bambu yang dibentuk lengkung tanpa dilengkapi dengan penguat komponen pengikat *dowel* dengan konstruksi bambu laminasi yang dibentuk lengkung dan dilapisi *dowel*. Dari hasil pengujian, konstruksi bambu laminasi yang menggunakan komponen pengikat *dowel* memiliki kekuatan lebih baik sekitar 40% dari pada tanpa *dowel*.

### 3.5 Proses implementasi material bambu laminasi pada produk riil

Hal yang perlu dipersiapkan pada proses implementasi material ini adalah bentuk produk atau desain furnitur yang akan dijadikan studi kasus agar karakteristik material yang telah didapat dalam skala laboratorium relevan dengan karakter material setelah diaplikasikan pada produk sesungguhnya. Purwarupa pertama yang akan dijadikan studi kasus uji coba aplikasi material bambu laminasi ini menggunakan jenis furnitur *stool* karena dinilai cukup sederhana dan secara teknis memiliki bagian yang dapat dijadikan pengujian kekuatan sambungan dengan pembebanan searah serat pada kaki dan pembebanan yang melintang serat bambu seperti pada struktur penahan joknya.



Sistem sambungan yang digunakan pada konstruksi *knock down* pada produk purwarupa pertama(ungu), menggunakan jenis sambungan *halved joint*. Jenis sambungan ini diterapkan pada bagian sambungan antara komponen kaki-kaki dengan ring penguatnya dan pada komponen kaki-kaki dibawah jok. Untuk mengikat kedua komponen yang dipasang dengan sambungan *halved joint* tersebut, maka dipasang 4 buah mur-baut *knock down* yang dipasang menjepit keduanya pada dudukan jok.

Dari hasil pembuatan purwarupa pertama tersebut telah dihasilkan sebuah produk furnitur



jenis *stool* seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas dan setelah pembebanan 60 – 80 kg hasilnya dinilai cukup baik dan kuat. Setelah pembuatan produk purwarupa pertama, kemudian produk tersebut dievaluasi untuk mendapatkan perbaikan-perbaikan teknis maupun visual dan kemudian dibuatlah produk yang lebih baik pada produk purwarupa yang kedua (biru).

### 3.5.1 Pengembangan desain melalui eksploitasi teknis dan perupa.

Proses pengembangan desain dari produk furnitur ini kemudian menitikberatkan pada detail-detail teknis, khususnya yang berkaitan dengan ukuran komponen, bentuk sambungan dan peletakan kunci-kunci *knock down*. Penentuan letak kunci nantinya akan berpengaruh pada struktur kekuatan modul-modul bambu laminasi sebagai dasar pembuatan komponen-komponen produk tersebut.



Gbr 6. Sketsa detail sebagai studi gagasan teknis produk *single seat* sistem *knock down*

Dari sketsa-sketsa tersebut maka akan didapat gambaran awal dari produk yang akan dikembangkan sehingga pada proses pembuatannya kelak dapat direncanakan tahap-tahap pengerjaan komponen yang ada padanya, jumlah komponen yang dibutuhkan, jumlah komponen pengikat, jenis/ bentuk cetakan yang harus dipersiapkan dan lainnya.

### 3.5.2 Produk akhir

Produk eksperimental bambu laminasi dengan konstruksi *knock down* jenis *single seat* ini terdiri dari 11 komponen utama yang hampir keseluruhannya dibuat dari material bambu laminasi. Hanya pada komponen jok yang menggunakan material spon dan kain *tricote* sebagai bahn utamanya. Namun bagian jok tersebut masih dimungkinkan atau dapat dibuat varian material seperti dengan menggunakan bahan bambu laminasi juga atau anyaman rotan.



Gbr. 7. Komponen-komponen produk *single seat* furnitur bambu laminasi

#### 4. KESIMPULAN

1. Bambu yang layak digunakan pada modul bambu laminasi sebaiknya menggunakan bambu Apus atau Tali, karena memiliki sifat lentur sekitar  $101.000 \text{ kg/cm}^2$  dan kekuatan tekannya hingga  $504 \text{ kg/cm}^2$  sehingga baik untuk dibentuk lengkung dan memiliki kekuatan untuk menahan beban dengan cukup baik.
2. Gaya yang dapat ditahan oleh lapisan pada modul-modul benda uji bambu laminasi berkisar antara 43 – 170 kg, bergantung pada bentuk, ukuran dan kualitas pengeleman yang dilakukan.
3. Untuk bentuk modul lengkung bambu laminasi, modul dengan sudut lengkung lebih kecil dari  $90^\circ$  memiliki kekuatan menahan beban lebih besar dibanding dengan bentuk modul lebih besar dari  $90^\circ$ .
4. Pada pengujian sambungan *dowel* yang paling kuat menahan beban adalah sambungan dengan bentuk yang memiliki dua penopang, satu bidang rekat dengan satu garis sumbu sebesar 309,5 kg. Selain itu bentuk sambungan lain yang memiliki dua bidang perekat dengan satu bidang penopang, juga dianggap baik yaitu sebesar 244,5 kg.
5. Pada pengujian konstruksi sambungan yang menggunakan komponen pengikat mur-baut *knock down*, bentuk dan susunan modul sama seperti pada pengujian sambungan *dowel*. Dari pengujian didapat nilai kekuatan sambungan tersebut lebih kuat dari sambungan *dowel* yaitu kekuatannya mampu menahan beban rata-rata hingga 406,5 kg.
6. Proses membuat modul bambu sebaiknya melalui tahap pemanasan karena dinilai lebih efektif pada proses pencetakannya. Pemanasan akan mengurangi daya lenting bambu sehingga membuat kerja perekat menjadi lebih ringan.
7. Pada modul yang memiliki bentuk lengkungan sebaiknya dilengkapi dengan komponen pengikat *dowel* yang mampu meningkatkan daya rekat antar bilah bambu tersebut sekitar 40% disamping dapat menjadi bagian dari elemen visual struktur bambu laminasi tersebut.

#### 5. PUSTAKA

1. KM, Wong., 2004, *Bamboo The Amazing Grass*, University of Malaya, Kuala Lumpur.
2. Tsoumis, G., 1991, *Science and Technology of Wood : Structure, Properties, Utilization*, Van Nostrand Reinhold, New York.
3. Berger, Michael., Churchill, Jennifer, 2000, *25 Essential Projects for your Workshop*, Popular Woodworking Books.
4. Rosenau.Jr, Milton, 2001, *Successful Product Development*, John Wiley & Sons, New York.
5. Willy, Deny., 2005, *Furnitur Tradisional (Bambu & Rotan)*, Penerbit ITB, Bandung.
6. Yan, Xiao., Inoue, Masafumi., Paudel, Shyam J., 2008, *Proceedings Of First International Conference On Modern Bamboo Structures :Modern Bamboo Structures*, CRC Pess, Leiden.