

Penerapan Prinsip Ergonomi Untuk Perancangan Fasilitas Duduk Dari Material Bambu Laminasi Sistem *Cold Press* Dua Arah

Hari Nugraha¹, Taufiq Panji Wisesa², Ismail Alif Siregar³,

¹Program Studi Desain Produk, Universitas Pembangunan Jaya
hari.nugraha@upj.ac.id

²Program Studi Desain Produk, Universitas Pembangunan Jaya
panji.wisesa@upj.ac.id

³Program Studi Desain Produk, Universitas Pembangunan Jaya
ismail.alif@upj.ac.id

Abstract: *Bamboo materials have many practical uses; one of them is to make functional furniture such as chairs. Traditionally, the way to make furniture out of bamboo is to use cylindrical bamboo that is cutting and assembled into the shape of a chair. This traditional way of making chairs out of bamboo results in a product that is looks rigid, massive and it is not ergonomically ideal. An alternative way to produce the chair is by using the bamboo bending method. In this way, a more dynamic shape can achieve by using the cold press laminated technique to bend the bamboo. In this method, the bamboo is cutting into thin strips, pressed, and laminates. To make the bend, a two-way press is used. By using the mould, the bamboo shaped into a more ergonomic shape, which suits a more anthropometrical model. From a product design point of view, the use of this method fulfils the ergonomic principles of a chair and can used to make other creative and innovative products.*

Keyword: *Bamboo, Laminated, Ergonomic, Antropometric, Design, Furniture*

Abstrak: Material Bambu memiliki banyak kegunaan untuk kebutuhan praktis, salah satunya adalah untuk pembuatan produk furnitur seperti kursi. Secara tradisional, cara pembuatan furnitur dari bambu yaitu dengan memanfaatkan bambu yang berbentuk silindris kemudian dipotong dan dirangkai menjadi bentuk kursi. Cara tradisional tersebut, menghasilkan produk yang terlihat kaku, masif dan kurang ergonomis. Salah satu alternatif untuk memproduksi furniture dari material bambu adalah dengan menggunakan metode *bending* (tekuk), cara tersebut dapat menghasilkan bentuk furniture yang ergonomis. Proses *bending* bambu dilakukan dengan menggunakan teknik laminasi *cold press* (press dingin) yaitu, batang bambu dipotong menjadi lembaran-lembaran tipis, selanjutnya dilakukan proses laminasi dengan menggunakan sistem cetakan dua arah. Dengan menggunakan cara tersebut, material bambu dapat diolah dengan bentuk yang ergonomis, menyesuaikan dengan setandar antropometrik penggunaannya. Dari sudut pandang desain produk, penggunaan metode ini dapat memenuhi prinsip-prinsip ergonomis untuk produk kursi dan dapat digunakan untuk membuat produk kreatif dan inovatif lainnya.

Kata Kunci: Bambu, Laminasi, Ergonomi, Antropometri, Desain, Furniture

PENDAHULUAN

Pemanfaatan material bambu yang diolah dengan cara laminasi, ditinjau dari aspek kekuatan dan kelenturan material, sangat layak digunakan untuk produk furniture. Pemanfaatan material bambu untuk pembuatan produk furniture seperti untuk sarana duduk (kursi) yang diproduksi oleh pengrajin produk furniture bambu skala usaha kecil menengah (UKM)

umumnya masih menerapkan cara pengolahan yang konvensional, sederhana dan desain dari produk tersebut tidak banyak mengalami perubahan bentuk.

Kursi bambu tradisional yang dibuat oleh pengrajin UKM lokal, dibuat dari potongan-potongan batang bambu yang disatukan dan dirakit dengan menggunakan anyaman dari kulit rotan atau serat tali alami lainnya.

Penelitian yang dilakukan ini, fokus untuk membahas mengenai desain ulang kursi bambu yang dibuat dan dibentuk dengan menggunakan sistem laminasi *cold press* dengan desain yang mempertimbangkan aspek antropometri dan ergonomi yang berkaitan langsung dengan penggunaannya.

Sistem cetakan laminasi *cold press* dua arah digunakan untuk membentuk dan menghasilkan bentuk penampang material bambu yang dapat dibentuk dengan arah lengkungan yang berbeda (horizontal dan vertikal). Dengan pola arah lengkungan dua arah tersebut, bentuk akhir laminasi material bambu dapat dibentuk menyesuaikan dengan bentuk tubuh dari postur penggunaannya.

Hasil dari pengolahan material bambu ini, diharapkan dapat menghasilkan desain produk yang kreatif, inovatif, estetik dan dapat meningkatkan nilai jual produk serta dapat diterapkan secara langsung oleh industri dan pengrajin produk furniture bambu skala kecil dan menengah khususnya untuk wilayah Tangerang Selatan.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan khusus dari penelitian ini yaitu menerapkan standar ergonomi dan antropometri untuk produk fungsional yang dibuat dari material dasar bambu laminasi, yang dibentuk dengan menggunakan sistem *cold press* dua arah. Produk yang akan dijadikan sebagai studi kasus dalam penelitian ini yaitu produk kursi yang dibuat dari material bamboo laminasi.

Tujuan umum dalam penelitian ini yaitu sebagai salah satu bentuk penerapan dan pengembangan keilmuan dalam bidang ergonomi dan antropometri untuk desain produk. Tujuan akhir dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan secara praktis untuk pembuatan produk dari material bambu dengan desain yang inovatif, selain itu dengan pelaksanaan penelitian ini, diharapkan dapat digunakan oleh lingkungan akademis maupun untuk masyarakat sekitar terutama untuk industri

kecil pembuatan produk dari material bambu.

KAJIAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan dalam bidang ergonomi dan antropometri untuk kursi bambu yaitu, penelitian yang dilakukan oleh Wignjosoebroto (2007). Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa, kursi bambu yang dibuat secara tradisional oleh pengrajin jika digunakan untuk bersandar dalam jangka waktu pendek dan lama tidak nyaman. Rata-rata sudut sandaran kursi bambu tradisional tegak lurus 90 derajat.

Dalam pembuatan kursi bambu, disarankan ditambahkan sandaran tangan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dan dapat membantu pengguna pada saat posisi akan berdiri maupun pada saat duduk. Penelitian yang dilakukan oleh Wignjosoebroto tersebut bertujuan untuk menganalisa produk kursi bambu yang telah ada sebelumnya berdasarkan pengukuran antropometrik penggunaannya dan kemudian melakukan modifikasi desain.

Hasil modifikasi dari kursi bambu, kemudian dievaluasi dengan cara membandingkan produk lama-tradisional dengan prototype produk hasil modifikasi. Kesimpulan akhir dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil prototype modifikasi kursi bambu lebih ergonomis.

Berikut ini tabel data antropometri hasil analisa penelitian yang dilakukan oleh Wignjosoebroto:

Tabel 1. Tabel data antropometri hasil analisa Wignjosoebroto

Ukuran	Dimensi	Hasil Perhitungan (cm)
Tinggi alas duduk	Tinggi popliteal duduk	35
Lebar alas duduk	Lebar pinggul duduk	44
Panjang alas duduk	Jarak pantat-popliteal	45
Tinggi sandaran	Tinggi bahu duduk	53
Lebar sandaran punggung	Lebar bahu duduk	41
Sudut sandaran punggung	Derajat kemiringan	105 ^o
Tinggi sandaran tangan	Tinggi siku duduk	25
Panjang sandaran tangan	Panjang lengan bawah	55, 5

Dasar penggunaan material bambu laminasi sebagai material yang dapat

digunakan untuk pembuatan produk kursi, dapat merujuk kepada hasil penelitian mengenai kekuatan dan kelenturan bambu laminasi yang dilakukan oleh Gusti made oka (Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 2, Mei 2008), penelitian tersebut menguji kekuatan balok laminasi sistem vertikal dan horizontal. Bambu laminasi yang diuji menggunakan bahan perekat *thermoset* jenis *urea formaldehyde* yang dalam proses laminasinya menggunakan proses *cold pressing*.

Bambu laminasi yang diuji yaitu meliputi:

1. Uji kerapatan dan kadar air.
2. Kuat tekan sejajar serat, kuat tekan tegak lurus serat dan kuat tarik sejajar serat.
3. Kuat lentur, modulus elastisitas dan geser sejajar serat.

Hasil pengujian Gusti made oka. (2008: 102) mengatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian kekuatan balok laminasi vertikal dan horizontal dengan besarnya pengempaan 75 memberikan kekuatan lentur yang optimum baik balok laminasi horizontal (63,58 MPa) maupun vertikal (82,65 MPa), sehingga rasio kekuatan balok laminasi horisontal dan vertikal terhadap perilaku lentur 1 : 1,3.

Tabel 2. Tabel hasil uji rasio kekuatan balok laminasi vertikal dan horizontal Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 2, Mei 2008

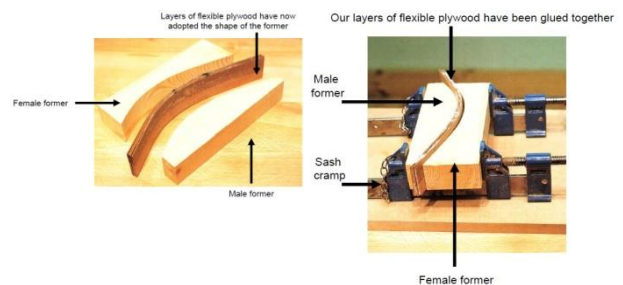
Kode Balok	Dimensi balok			Laminasi Vertikal		Laminasi Horizontal		Rasio rerata
	lebar (mm)	tinggi (mm)	panjang (mm)	beban (N)	tegangan (MPa)	beban (N)	tegangan (MPa)	
B25-1	50	100	1500	12125	36,489	11260	33,886	
B25-2	50	100	1500	13250	40,341	11375	34,632	
B25-3	50	100	1500	14275	45,037	11375	35,888	1 : 1,2
B50-1	50	100	1500	15550	54,655	14600	51,316	
B50-2	50	100	1500	16650	57,256	15250	52,442	
B50-3	50	100	1500	15450	53,205	15750	54,238	1 : 1,1
B75-1	50	100	1500	18450	83,564	17450	64,848	
B75-2	50	100	1500	19750	76,089	17050	62,234	
B75-3	50	100	1500	18250	88,870	17375	63,664	1 : 1,3
B100-1	50	100	1500	15250	60,339	13250	52,426	
B100-2	50	100	1500	14225	56,101	13500	53,242	
B100-3	50	100	1500	13750	61,971	13750	54,102	1 : 1,1

Sistem cetakan *cold press* dan *bending* yang digunakan untuk membentuk komponen kursi bambu laminasi menggunakan teknik yang dipakai untuk membentuk kayu laminasi, yaitu menggunakan teknik cetakan satu arah dan cetakan dua arah. Dari sistem yang digunakan untuk proses pres dan *bending* kayu laminasi tersebut, kemudian dimodifikasi untuk dapat digunakan pada

material bambu laminasi dengan bidang permukaan yang lebar.



Gambar 1. Proses pres dan *bending* satu arah untuk material kayu Essential Techniques for Bending Wood, Popular Woodworking October 2005.



Gambar 2. Proses pres dan *bending* sistem dua arah untuk material kayu Essential Techniques for Bending Wood, Popular Woodworking October 2005.

Untuk pembuatan komponen dari kursi bambu laminasi yang memiliki ukuran lebar penampang sekitar 40cm – 50cm, menggunakan cetakan sistem dua arah yang umumnya digunakan untuk material kayu. Agar dapat digunakan untuk material bambu laminasi, cetakan tersebut dimodifikasi agar dapat melakukan proses pres pada permukaan yang lebar, modifikasi yang dilakukan yaitu dengan membuat desain cetakan yang disusun dari beberapa rangka cetakan yang dapat menekan permukaan material bambu laminasi yang memiliki penampang lebar.



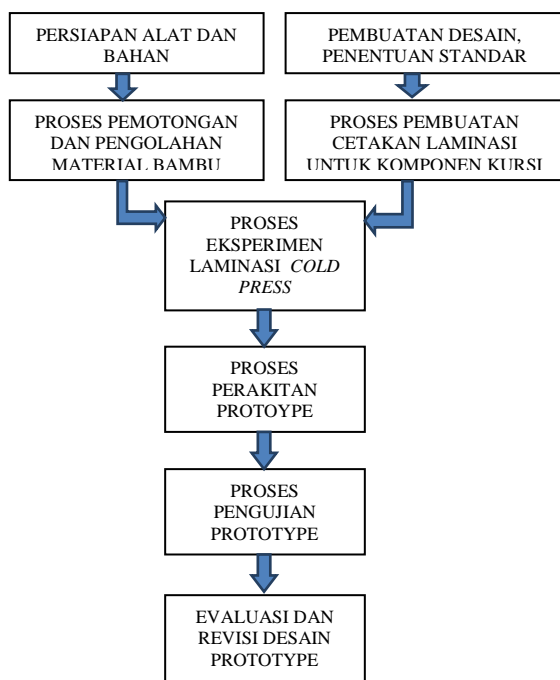
Gambar 3. Desain cetakan dua arah untuk Proses pres dan *bending* bambu laminasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan cara kuantitatif dan

kualitatif melalui proses eksperimen pembuatan laminasi bambu *cold press*. Proses eksperimen yang dilakukan yaitu meliputi eksperimen pembuatan laminasi untuk rangka dan struktur utama kursi, pembuatan cetakan *cold press* sistem dua arah untuk membentuk komponen sandaran dan alas duduk kursi.

Metode lain yang akan dilakukan yaitu menguji kekuatan komponen rangka, sandaran punggung dan alas duduk untuk menahan beban dengan cara melakukan uji coba secara langsung kepada pengguna kursi tersebut. Hasil dari pengujian tersebut akan digunakan untuk melakukan revisi dari desain prototype kursi bambu laminasi yang telah dibuat sebelumnya agar dapat memenuhi kelayakan penggunaan dari aspek ergonomi dan antropometri penggunaannya. Gambar 4 menunjukkan diagram tahapan yang akan dilakukan untuk proses eksperimen, pembuatan *prototype* kursi.



Gambar 4. Proses eksperimen pembuatan *prototype* kursi

HASIL PENELITIAN Proses Pembuatan Cetakan dan Prototype Kursi Bambu Laminasi.

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menentukan dan membuat desain awal dari kursi bambu yang akan dibuat dengan cara *cold press* dengan bahan perekat yang dipakai yaitu jenis *thermoset urea formaldehyde* dan *epoxy resin*.

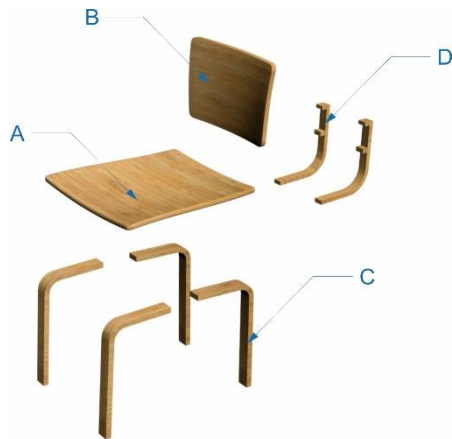
Kursi bambu tersebut didesain menggunakan sistem *dowel* (pasak) untuk perakitan setiap komponen kursi dan diperkuat dengan menggunakan perekat *epoxy resin*. Komponen kursi bambu laminasi yang didesain terdiri dari 2 komponen utama yaitu alas duduk dan sandaran duduk dan 2 komponen pendukung yaitu komponen struktur kursi dan rangka sandaran kursi. Karena keterbatasan fungsi cetakan laminasi yang dibuat dengan menggunakan bahan multiplek dengan tebal 15mm dengan sistem pres manual untuk proses pres cetakan, menyebabkan desain awal dari kursi bambu yang dibuat harus mengalami penyederhanaan bentuk. Gambar 5 memperlihatkan desain awal hasil penyederhanaan bentuk dari kursi bambu laminasi yang akan dibuat:



Tampak 3d depan Tampak 3d belakang
Gambar 5. Desain awal kursi bambu laminasi hasil penyederhanaan bentuk.



Tampak depan Tampak samping
Gambar 6. Gambar dimensi kursi bambu.



Gambar 7. Gambar uraian komponen kursi bambu.

Berikut informasi keterangan gambar 7:

- A. Komponen alas duduk
- B. Komponen sandaran duduk
- C. Komponen rangka kaki
- D. Komponen rangka sandaran duduk

Untuk menghasilkan bentuk desain alas duduk dan sandaran kursi yang mendekati dengan desain awal yang telah dibuat sebelumnya, cetakan pres yang dibuat harus dapat membentuk dan menekan permukaan penampang lembaran bambu laminasi dari dua arah titik pres yang berbeda.

Tahap awal pembuatan komponen kursi bambu yaitu dimulai dengan pembuatan cetakan pres dan dilanjutkan dengan proses pembuatan komponen sandaran duduk. Cetakan pres laminasi dibuat dengan cara sederhana dari material multiplek dengan ketebal 15 mm, alat bantu lainnya yang digunakan untuk melakukan proses pres yaitu dengan menggunakan alat klem manual.



Gambar 8. Proses pres untuk pembuatan komponen sandaran duduk kursi bambu laminasi.



Gambar 9. Cetakan laminasi komponen alas duduk dan roses pres untuk pembuatan komponen.



Gambar 10. Cetakan untuk pembuatan komponen struktur rangka kursi bambu laminasi



Gambar 11. Hasil proses pres untuk pembuatan komponen alas duduk.



Gambar 12. Komponen alas duduk dan sandaran kursi yang telah dibentuk dan dihaluskan.



Gambar 13. Proses pres untuk komponen rangka kaki kursi dan komponen hasil pres.

Setelah komponen kursi bambu laminasi selesai dibuat, proses selanjutnya

yaitu perakitan komponen untuk membentuk kursi secara utuh, perakitan komponen dilakukan dengan cara menyambungkan setiap komponen dengan menggunakan perekat *epoxy* dan diperkuat dengan menambahkan *dowel*. Berikut proses perakitan dan hasil akhir dari prototype kursi bambu yang telah selesai di rakit:



Gambar 14. Hasil perakitan komponen rangka kaki kursi dan komponen alas duduk.



Gambar 15. Prototype kursi bambu laminasi.

Uji Coba Penggunaan Prototype Kursi Bambu Laminasi.

Untuk menguji aspek ergonomi dan kesesuaian dimensi prototype kursi bambu terhadap aspek antropometri penggunanya, dilakukan uji coba secara langsung kepada pengguna kursi tersebut. Aspek yang akan diujikan kepada pengguna yaitu meliputi kekuatan konstruksi kursi pada saat diduduki oleh pengguna, kenyamanan kursi pada saat digunakan, kesesuaian dimensi kursi terhadap antropometri penggunanya.



Gambar 16. Uji coba kekuatan struktur rangka dan sandaran kursi dari prototype kursi bambu laminasi.



Gambar 17. Uji coba posisi duduk dan kesesuaian antropometri pengguna terhadap dimensi kursi.

Uji coba penggunaan kursi bambu dilakukan oleh 8 orang penguji dengan rentang umur antara 19-20 tahun, berat badan antara 50-90 kg dan tinggi badan pengguna antara 150-172 cm. Hasil yang didapat dari proses uji coba tersebut, akan dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan revisi desain prototype kursi bambu laminasi agar sesuai dengan standar ergonomi dan antropometri dari penggunaannya.

Berikut hasil respon pengguna pada saat proses uji coba penggunaan prototype kursi bambu laminasi:

- a. Aspek struktur rangka kursi:
 - Struktur dudukan kursi dan sandaran kursi terlihat ringkih karena memiliki ketebalan kurang dari 3cm.
 - Struktur rangka kursi secara keseluruhan kurang kokoh karena

masih terasa bergoyang pada saat diduduki.

b. Aspek dimensi kursi dan antropometri pengguna:

- Jarak sandaran kursi terlalu jauh.
- Tinggi sandaran kursi terlalu rendah

c. Aspek ergonomi kursi:

- Sandaran punggung tidak nyaman karena dimensi kurang tinggi.
- Tidak nyaman pada saat bersandar, karena posisi sandaran terlalu jauh dari alas duduk.

Berikut tabel perbandingan data dimensi akhir dari *prototype* kursi bambu laminasi dan Tabel data antropometri hasil analisa Wignjosoebroto:

Tabel 3. Tabel perbandingan data antropometri *prototype* kursi bambu laminasi dengan data hasil analisa antropometri Wignjosoebroto

Ukuran Dimensi	Prototype Kursi Bambu (cm)	data antropometri Wignjosoebroto (cm)	Ket
Tinggi alas duduk	39	35	Tidak sesuai
Lebar alas duduk	47	44	Tidak sesuai
Panjang alas duduk	51	45	Tidak sesuai
Tinggi sandaran	30	53	Tidak sesuai
Lebar sandaran punggung	40	41	Sesuai
Sudut sandaran punggung	105°	105°	Sesuai

Revisi Desain Prototype Kursi Bambu Laminasi.

Dari hasil respon pengguna pada saat uji coba kursi bambu laminasi dan hasil perbandingan data antropometri dari analisa Wignjosoebroto, *prototype* kursi yang telah dibuat, masih belum memenuhi standar antropometri dan ergonomi dari penggunaannya.

Agar *prototype* kursi bambu laminasi dapat memenuhi standar antropometri dan ergonomi, harus dilakukan revisi desain yang meliputi aspek struktur rangka kursi dan dimensi kursi

yang berhubungan dengan antropometri dan ergonomi dari pengguna kursi tersebut.

Tabel 4. Tabel jenis revisi desain dari *prototype* kursi bambu laminasi.

Jenis Revisi Desain	Detail Revisi Desain
struktur rangka kursi	1. Menambah ketebalan struktur rangka menjadi 4cm 2. Menambah struktur rangka penguat untuk dudukan dan sandaran kursi
Aspek dimensi kursi, antropometri dan ergonomi pengguna	1. Revisi ukuran kedalaman dudukan kursi menjadi 45 cm 2. Tinggi sandaran duduk menjadi 40 cm 3. Tinggi alas dudukan kursi 45 cm

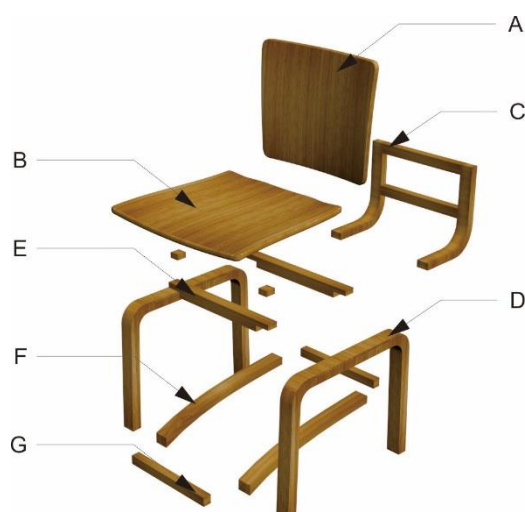
Berikut hasil revisi desain dan dimensi dari kursi bambu laminasi yang telah disesuaikan dengan hasil analisa data antropometri dari penggunaannya:



Tampak 3d depan Tampak 3d belakang
Gambar 18. Hasil revisi desain kursi bambu laminasi.



Tampak depan Tampak samping
Gambar 19. Gambar revisi dimensi kursi bambu.



Gambar 20. Gambar uraian komponen kursi bambu.

Berikut informasi keterangan gambar:

- A. Komponen sandaran duduk
- B. Komponen alas duduk
- C. Komponen rangka sandaran duduk
- D. Komponen rangka kaki
- E. Komponen struktur penahan alas duduk
- F. Komponen penguat rangka alas duduk samping
- G. Komponen penguat rangka alas duduk depan

KESIMPULAN

Prototype kursi bambu laminasi yang telah dibuat, belum dapat memenuhi setandar ergonomi dan antropometri dari penggunaannya. Untuk memenuhi setandar ergonomi dan antropometri yang ideal, dilakukan revisi desain dari prototype kursi bambu tersebut, yang meliputi:

1. Struktur rangka kursi, meliputi penambah ketebalan struktur rangka menjadi 4cm, menambah struktur rangka penguat untuk dudukan dan sandaran kursi.
2. Aspek dimensi kursi, antropometri dan ergonomi pengguna, meliputi revisi ukuran kedalaman dudukan kursi, tinggi sandaran duduk dan tinggi alas dudukan kursi.

Acuan data yang digunakan untuk membuat revisi desain dari kursi bambu laminasi yaitu berdasarkan hasil pengujian langsung prototype kursi oleh pengguna

dan berdasarkan data hasil analisa pengukuran antropometri untuk kursi bambu yang dilakukan oleh Wignjosoebroto.

Penelitian tahap lanjutan diperlukan untuk menguji hasil revisi desain yang telah dilakukan dan menerapkan hasil revisi tersebut untuk pembuatan prototype dari kursi bambu laminasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arya Pr, Denny N. *Redesain Kursi Bamboo Bent Lamination Dengan Konsep Design Guidelines Collaborative Framework (Dgls-Cf) Menuju Sustainable Product*, Jurnal ilmiah teknik industri, vol 12, no. 1, Juni 2013.
2. Dassault Systèmes. *Student's Guide to Learning SolidWorks Software*. SolidWorks Corporation, 1995-2010.
3. Gusti M. *Analisis Arah Laminasi Vertikal Dan Horisontal Terhadap Perilaku Lentur Balok Bambu Laminasi*. Jurnal SMARTek, 2008, Vol 6, No 2.
4. Hari N. *Pengolahan Material Bambu Dengan Menggunakan Teknik Laminasi Dan Bending Untuk Produk Furniture*. Jurnal Widyakala, 2014, Vol 1, No 1.
5. Iwan S, Rusli, Dedi K. *Standardisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi*. Prosiding Ppi Standardisasi 2009, volume 14.
6. *Metric Design Handbook Planning and Design Data 2nd Ed.* edited by D. Adler, Architectural Press.
7. Openshaw S, Taylor E. *Ergonomics and Design A Reference Guide*. Allsteel Inc, 2009.
8. Robert W, Lang. *Essential Techniques for Bending Wood*, Popular Woodworking, October 2005.
9. Wignjosoebroto S, Vanany I. *Implementasi Quality Function Deployment Pada Perancangan Produk Kursi Tamu Dari Bambu Dengan Mempertimbangkan Antropometri Tubuh Manusia*.

Laboratorium Ergonomi &
Perancangan Sistem Kerja Jurusan
Teknik Industri ITS, 2007.