

Eksperimen Rotan *Resin-Infusion* untuk Pengembangan Furnitur *Knock Down*

Nur Ameliyah Rizkiyah, Agus Windharto, dan Arie Kurniawan
Departemen Desain Produk Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: aguswind@prodes.its.ac.id

Abstrak—Indonesia memiliki bahan baku rotan yang melimpah, 85% bahan baku rotan dunia berasal dari Indonesia. Namun, industri rotan domestik hanya mampu menyerap 20-30% dari total bahan baku yang dihasilkan. Industri furnitur rotan mengalami tantangan terkait daya saing terutama mulai masuknya pasar global. Salah satu hambatan dalam meningkatkan nilai jual furnitur rotan adalah struktur furnitur rotan yang tidak sekuat kayu dan daya tahan yang pendek. Peluang peningkatan nilai jual furnitur rotan masih terhambat karena desain furnitur yang dihasilkan merupakan desain konvensional dari masa ke masa, berbasis spesifikasi pada *buyer*, menggunakan *fixed construction*, volume produk besar yang berakibat pada biaya transportasi menjadi mahal dan sulit menembus pasar global. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan material rotan dengan *mechanical properties* rotan yang lebih baik, terutama kekakuan material. Sehingga dilakukan eksperimen *treatment* material rotan batang dengan injeksi resin sebagai matrik penguat material. Hasil pengujian *3 point bending* menunjukkan bahwa rotan hasil *treatment* lebih kaku dan teguh daripada rotan normal, dengan peningkatan sebesar 5 kali nilai normal. Hasil eksperimen berupa rotan komposit yang kemudian di aplikasikan dalam furnitur dengan sistem konstruksi *knock down* dengan pendekatan desain kontemporer.

Kata Kunci—Furnitur, Knockdown, Rotan, Treatment Rotan.

I. PENDAHULUAN

DALAM skala permintaan pasar, bahan baku rotan menempati posisi kedua setelah bahan baku kayu. Namun bahan baku kayu saat ini mengalami penurunan pasokan sumber daya akibat *illegal logging* dan pembatasan penggunaan material kayu guna mengurangi penebangan pohon, salah satunya untuk produk furnitur [1]. Di lain sisi, salah satu hasil hutan yang menjadi produk unggulan karena memiliki potensi pemanfaatan yang besar dan juga merupakan sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) adalah rotan [2].

Rotan adalah salah satu bahan baku yang melimpah di Indonesia. Indonesia adalah negara penghasil bahan baku rotan terbesar di dunia. Diperkirakan sekitar 85% bahan baku rotan di seluruh dunia dihasilkan oleh Indonesia [3]. Bahan baku rotan dalam negeri melimpah dan industri furnitur rotan mengalami tantangan terkait daya saing. Namun ironisnya, seperti yang dikemukakan oleh Haryadi Himawan, Direktur Bina Perhutanan Sosial, Kemenhut yang menyatakan daya serap industri rotan domestik hanya 20-30% dari total bahan baku rotan yang dihasilkan oleh petani.

Di lingkungan industri furnitur di Indonesia, khususnya rotan, desain furnitur yang dihasilkan cenderung merupakan desain *conventional* dari masa ke masa. Begitu pula dengan sistem konstruksi furnitur nya yang masih menerapkan *fixed construction* dengan di pasak, di lem, atau di skrup dan

dibalut oleh anyaman kulit rotan. Juga penggunaan *support-support* tambahan disekitar struktur utama [4]. Riset untuk sistem konstruksi baru pernah dilakukan oleh Ihsan Biantaro [5] dengan pemanfaatan rotan *core* untuk struktur kursi, namun penggunaannya hanya terbatas pada netting seat dan belum bisa menggantikan struktur utama.

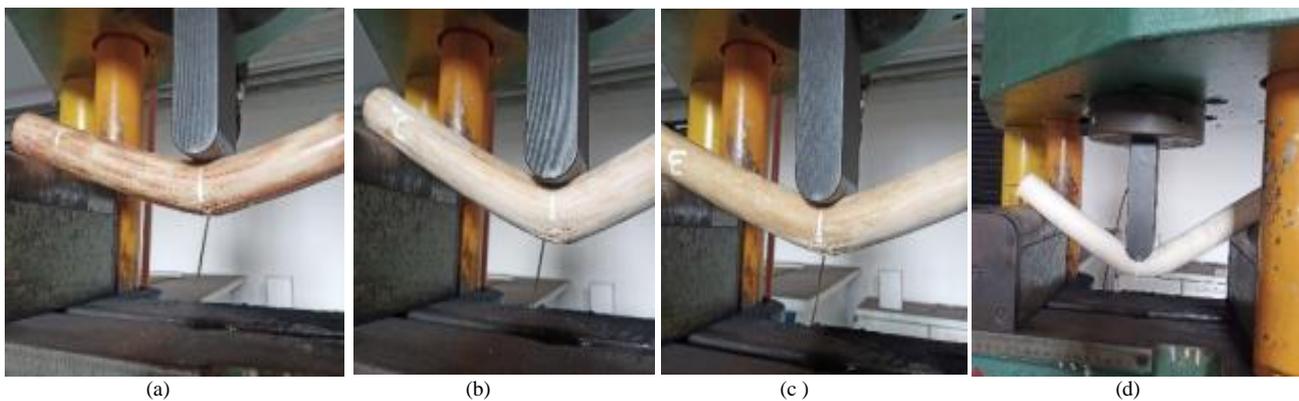
Sistem konstruksi rotan berhubungan erat dengan karakter materialnya yang liat dan lentur. Rotan mengandung lignin relatif kecil apabila di dibandingkan dengan kayu keras (*hardwood*) atau kayu lunak (*softwood*), dimana lignin berfungsi sebagai pengikat antar sel yang memberi kekuatan pada rotan [6]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rotan tidak sekuat kayu, dan sistem sambungan dengan skrup dapat merusak dinding serat rotan yang menyebabkan daya tahan furnitur tidak lama. Hal ini juga menjadikan furnitur rotan sulit untuk dijadikan konstruksi *knockdown* sehingga produk yang dihasilkan cenderung memiliki volume yang besar dan terkesan *bulky*. Volume yang besar ini berpengaruh dalam pengirimannya memerlukan ruang yang besar dan berakibat pada biaya transportasi menjadi mahal dan sulit menembus pasar global.

Selain itu, Industri furnitur menghadapi tantangan untuk dapat bertahan dengan semakin ketatnya persaingan pasar global seiring dengan meningkatnya impor furnitur, seperti dari RRT dan swedia dengan masuknya IKEA, Informa, Zara Home, JYSK, dan lainnya. Furnitur impor membuat konsumen menengah saat ini mempunyai pilihan yang lebih luas dan menggeser selera konsumen dari furnitur tradisional ukir kayu kepada produk yang menawarkan fungsi, kenyamanan, desain minimalis [7].

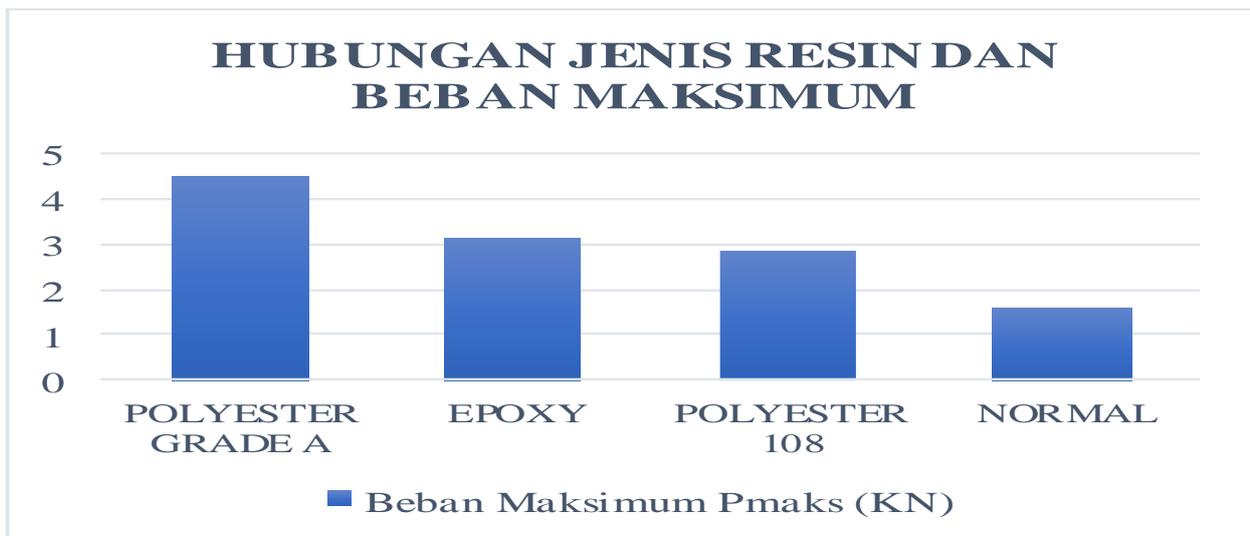
Dari permasalahan yang ada, maka diperlukan adanya upaya inovasi dalam pengembangan material rotan batang. Dalam hal memperkuat material rotan secara struktural terdapat beberapa teknik, salah satunya adalah *treatment resin-infusion*. *Treatment* atau pengolahan material rotan dengan matrik resin ini bertujuan untuk meningkatkan *mechanical properties* dari rotan batang [8]. Sehingga, fokus utama dari penelitian ini adalah yang pertama untuk memperkuat *mechanical properties* dari rotan agar mendapatkan rotan yang memiliki kualitas yang lebih kuat dan kokoh, dan kedua hasil eksperimen di implementasikan pada furnitur *knockdown*. Dengan purwarupa produk berupa *single chair* dengan memperhatikan aspek estetika yang dapat menarik selera konsumen saat ini.

II. METODE

Pada penelitian ini, digunakan 4 metode penelitian utama yaitu studi tinjauan pustaka, observasi lapangan, eksperimen material, dan uji laboratorium.



Gambar 1. Pengujian spesimen pada uji 3 point bending.



Gambar 2. Grafik hubungan jenis resin dan beban maksimum hasil uji bending.

Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan material rotan melalui metode eksperimen material, ada 2 tahapan eksperimen dalam penelitian ini yaitu; yaitu pertama melakukan eksperimen *treatment* material rotan dengan teknik *resin-infusion*. Bahan yang digunakan adalah rotan dari spesies *Calamus manau sp* dengan menggunakan matrik resin. Hasil eksperimen *treatment* rotan kemudian dilakukan pengujian laboratorium guna mendapatkan data valid mengenai perubahan *mechanical properties*. Pengujian yang dilakukan adalah 3 point bending yang dilakukan di Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin ITS pada 27 November 2019. Kemudian kedua, hasil rotan yang telah di *treatment* di aplikasikan pada eksperimen sambungan *knock down* rotan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hasil Eksperimen Treatment Material Rotan Batang

Treatment material rotan dengan matrik resin ini bertujuan untuk meningkatkan *mechanical properties* dari rotan batang. *Treatment* dilakukan dengan memanfaatkan serat alami yang ada didalam rotan sebagai bahan penguat dan pengikat resin sehingga terbentuk rotan komposit.

Pengujian 3 point bending dilakukan untuk mengetahui kekakuan rotan, yaitu kemampuan rotan untuk menahan perubahan bentuk atau lenturan yang terjadi yang dinyatakan dalam MOE. Pengujian dilakukan dengan melakukan

perbandingan dari material rotan normal dan rotan hasil *treatment* dari beberapa jenis resin. Kekakuan rotan dapat dinyatakan dari nilai Modulus Elastisitas (MOE).

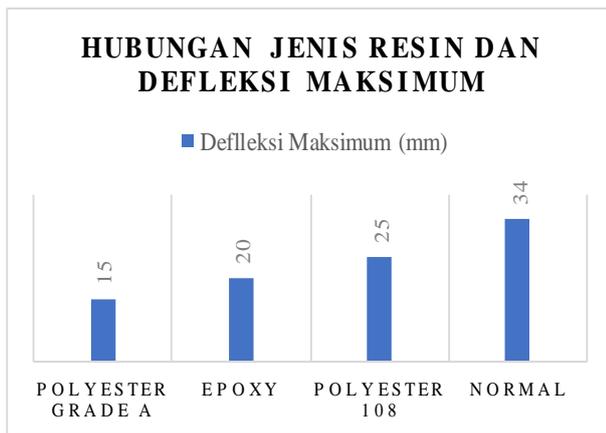
Ukuran dan tata cara pengujian lentur rotan menggunakan ASTM D143-94 untuk kayu berukuran kecil dan bebas cacat yang dimodifikasi karena tata cara pengujian lentur rotan secara khusus belum ditemukan baik dalam buku teks maupun media publikasi lainnya. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban di tengah bentang dengan jarak sangga 28 cm menggunakan mesin uji UTM [6].

Terdapat 4 spesimen uji pada pengujian 3 Point Bending ini yang tertera pada Gambar 1, yaitu

- Spesimen dengan perbandingan volume resin Polyester grade A : katalis : 2 %
- Spesimen dengan perbandingan volume resin epoxy : katalis = 3 : 1
- Spesimen dengan perbandingan volume polyester : katalis = 10 : 1
- Spesimen rotan normal

Dari hasil uji laboratorium yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang ditelaah diproses penulis berupa data uji yaitu data dari hubungan jenis resin dan beban maksimum yang tertera pada Gambar 2 dan data dari hubungan jenis resin dan defleksi maksimum yang didapatkan dari uji laboratorium.

Dari Gambar 2. menunjukkan bahwa penggunaan matrik polyester grade A mempunyai kemampuan menahan beban maksimum paling besar yaitu hingga 4.5 KN. Hal ini



Gambar 3. Grafik hubungan jenis resin dan defleksi maksimum hasil uji bending.



Gambar 4. Kerusakan fisik pada spesimen uji.

menunjukkan bahwa semakin baik kualitas resin yang digunakan maka semakin besar beban yang diperlukan untuk mencapai defleksi maksimal.

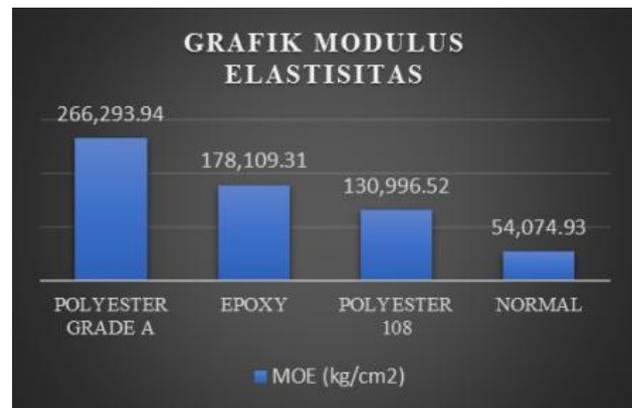
Sedangkan Gambar 3. menunjukkan bahwa defleksi yang dihasilkan berbanding terbalik dengan beban maksimum. Hal ini berarti semakin baik kualitas resin, maka semakin kecil perubahan ukuran yang terjadi akibat beban maksimum yang diberikan. Hal ini berarti semakin rotan teguh atau dapat mempertahankan bentuknya.

Kerusakan fisik juga terlihat dari hasil pengujian *bending*. Kerusakan yang terjadi berupa putusya serat rotan dan pecah pada permukaan tengah bawah, dan *gembos* pada titik atau permukaan rotan yang menerima beban maksimum pada uji *bending*. Kerusakan ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan pengamatan secara visual, dapat dikatakan rotan komposit dengan matrik resin *grade A* (paling kiri) mengalami permukaan *gembos* paling kecil yaitu 15 mm, dan rotan normal (paling kanan) mengalami permukaan *gembos* 40 mm. Hal ini menunjukkan bahwa rotan dengan *infuse* resin mengalami peningkatan kekerasan material.

Kesimpulan dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa untuk rotan normal tanpa *treatment* memiliki MOE sebesar 54,074.93 kg/cm². Sedangkan *treatment* rotan dengan polyester *grade A* memiliki peningkatan MOE paling besar, yaitu sebesar 266,293.94 kg/cm². Hal ini berarti rotan dengan *treatment* lebih kaku dan teguh daripada rotan normal, dengan peningkatan sebesar 5 kali nilai normal.

Kesimpulan Eksperimen *Resin-Infusion* yaitu penguapan material rotan bulat polos pada suhu 110 derajat celsius selama 3 menit sebagai *treatment* pra *resin-infusion* membantu membuka dan memperbesar diameter ikatan pembuluh pada rotan sehingga mempermudah aliran resin. Kemudahan proses masuknya cairan resin dipengaruhi oleh faktor kekentalan resin. Penambahan katalis 1.5 – 2.5 % dari



Gambar 5. Grafik modulus elastisitas.



Gambar 6. Percobaan pemasangan baut.

volume resin adalah rasio keenceran resin paling baik pada resin *grade A*.

Saat proses *resin-infusion* berlangsung, ujung batang rotan harus selalu terendam didalam cairan resin agar tidak ada aliran udara yang masuk dan mengisi didalam kapiler rotan. Penggunaan plastik *roll* lebih efektif dalam proses *vacuum resin-infusion* daripada plastik *wrap* karena potensi kebocoran udara lebih kecil. Bagian ujung rotan harus di *wrap* dengan plastik *wrap* agar resin tidak mengalir keluar lagi setelah ter-*infused*.

Pada rotan manau dengan diameter 30 panjang 60 cm, setelah di *infuse* dengan matrik resin, rotan mengalami penambahan massa sehingga rata-rata massa rotan menjadi 346 gram dari 220 gram. Hal ini menunjukkan pasca *resin-infusion* terjadi penambahan berat jenis sebesar 0.3 gram/cm³.

B. Analisis Sambungan *Knockdown* Pada Rotan Hasil *Treatment*

Setelah dilakukan *treatment* terhadap material rotan batang, *mechanical properties* dari rotan menjadi lebih kaku dan teguh. Sehingga dapat di implementasikan dalam sambungan *knock down* dan memiliki beberapa perbedaan signifikan, yaitu pada proses pembuatan lubang untuk *knock down fitting* menjadi lebih padat dan tidak berserabut. Hal ini terbukti dari beberapa kali baut mengalami patah. Percobaan pemasangan baut dapat dilihat pada Gambar 6.

Secara umum, sistem sambungan *knock down* untuk penampang silinder pejal ada dua jenis, yaitu *cross-dowel* atau dikenal dengan mur guling, dan sambungan mur nanas.

1) *Cross-Dowel*

Cross-dowel memiliki kekuatan yang cukup baik karena ikatan yang terjadi adalah saling silang, dan kemampuan mengikat nya yang cukup baik dapat menjaga kestabilan struktur rotan. Sehingga, Sambungan *cross-dowel* cocok digunakan untuk konstruksi tegak lurus yang memerlukan kekuatan dan pembebanan seperti digunakan pada penyangga



Gambar 7. Pemasangan sambungan cross-dowel.



Gambar 8. Pemasangan sambungan Mur nanas.

dudukan dan pada *support* struktur utama. Kelemahan join ini adalah kerumitan dalam proses pembuatan karena dibutuhkan kepresisian yang tinggi terutama pada permukaan silinder, sehingga kesalahan berapa mili dapat menyebabkan kegagalan sambungan *knock down*. Pemasangan sambungan *cross-dowel* tertera pada Gambar 7.

2) *Mur Nanas*

Mur nanas atau disebut *insert nut* berbentuk nanas dan memiliki cakram untuk ditanam permanen berfungsi untuk penyambung baut didalam kayu. Sedangkan jenis baut atau skrup pengikatnya yaitu *joint connecting bold (JBC)*. Namun, Mur nanas jarang digunakan pada mebel rotan karena cakram pada mur nanas dapat merusak serat batang rotan. Pemasangan sambungan Mur nanas tertera pada Gambar 8.

Sehingga solusi yang diterapkan pada eksperimen ini adalah penggunaan material tambahan berupa kayu solid yang di *insert* dalam lubang yang akan ditanam mur nanas. Fungsi kayu pada sambungan ini adalah meminimalisir kerusakan pada material rotan akibat cakram mur nanas. Sehingga cakram mur hanya akan mencengkram kayu yang memiliki *strength* dan *hardness* lebih baik dari rotan.

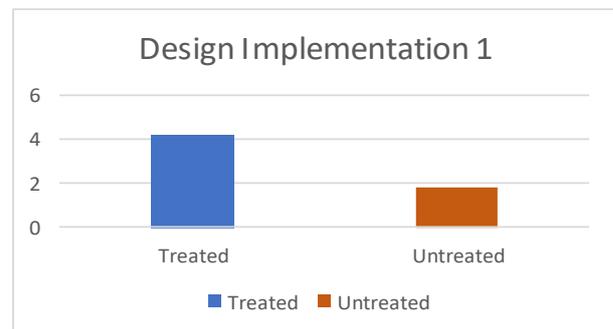
Kesimpulan pada hal ini jika dibandingkan dengan sambungan *cross-dowel*, mur nanas memiliki kekuatan dibawah *cross-dowel*. Sehingga, sebaiknya penggunaan mur nanas adalah pada struktur yang tidak mendapatkan beban berat, misal pada sambungan *backrest*, *armrest*, dan *support* struktur kaki.

C. Analisis Konstruksi Knockdown

Secara garis besar, kursi *flat-pack* memiliki konstruksi yang terbagi atas empat komponen utama, dan komponen pendukung. Komponen utama meliputi sandaran yang akan menerima gaya lateral, Struktur kaki yang terpisah atas sisi kanan dan kiri yang harus memiliki stabilitas lateral, dan



Gambar 9. Struktur support seating.



Gambar 10. Safety factor uji simulasi desain.

seating yang harus menahan beban tubuh pemakai nya. Komponen pendukung berupa struktur pendukung struktur utama yang biasa disebut *support*. Struktur *support* setting tertera pada Gambar 9.

Kesimpulan dalam percobaan konstruksi ini membuktikan bahwa rotan hasil eksperimen *resin-infusion* mampu menciptakan inovasi konstruksi rotan yang lebih minim struktur, tanpa *support* tambahan, dan dapat digunakan konstruksi *knock down* yang lebih *compact*. Namun, evaluasi dari konstruksi ini adalah penggunaan rotan batang pada penghubung dua *frame* kaki kanan dan kiri menghasilkan stabilitas yang kurang baik. Sehingga, didapatkan solusi adalah penggunaan rotan balok atau papan rotan pada penghubungnya.

D. Implementasi Desain

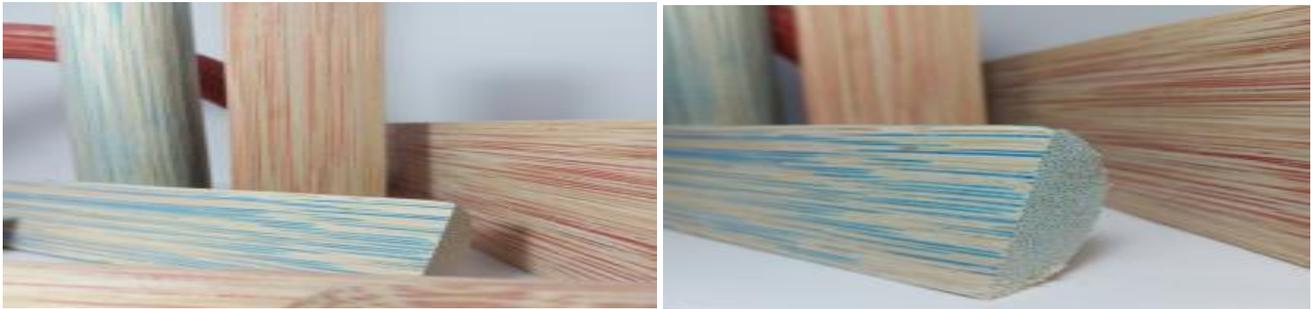
Implementasi desain dari penelitian ini adalah penggunaan rotan hasil *treatment* untuk furnitur *single chair* dengan konstruksi *knock down* dan desain yang *compact*.

Dengan mempertimbangkan konsep dan kriteria – kriteria penilaian lain seperti : kemudahan produksi efisiensi material, kekuatan, dan bentuk organik yaitu mempertahankan karakter material rotan. Melalui berbagai Analisa didapatkan *design requirements* sebagai berikut :

- 1) Material rotan yang digunakan adalah rotan spesies *Calamus manau sp* dalam bentuk poles halus kondisi kering udara 14%.
- 2) Rotan *rod* diameter 28-30 mm.
- 3) Proses produksi dimulai dari bending kemudian *resin-infusion*
- 4) Struktur furnitur tanpa *support* tambahan disekitar struktur utama nya.

Tabel 1.
Verifikasi material

No	Properties Material	Rotan Normal	Rotan Resin-Infusion
1	Density	0,52	0,87
2	Modulus of Elasticity	54,074.93 kg/cm ²	266,293.90 kg/cm ²
3	Yield Strength	30 Mpa	70 Mpa



Gambar 11. Hasil eksperimen material rotan resin-infusion.



Gambar 12. Hasil mock-up implementasi desain.

- 5) *Support seat* atau penyangga dudukan menggunakan rotan balok atau papan rotan.
- 6) Tiap komponennya merupakan komponen terbuka untuk *intake* dan *output* pada proses *resin-infusion*. Komponen tertutup merupakan sambungan dengan lem.

Uji simulasi dengan menggunakan *software* terhadap suatu desain kursi telah dilakukan sebagai alat ukur keberhasilan implementasi material yaitu dengan membandingkan dan menganalisis kursi dengan rotan normal dan kursi dengan rotan *resin-infusion*. Peningkatan kekuatan yang signifikan menjadi tolok ukur utama keberhasilan riset ini seperti yang dipaparkan pada Tabel 1.

Dari Gambar 10, terlihat bahwa pada pembebanan maksimum yaitu saat berat pengguna kursi 100 kg diperoleh angka keamanan minimum pada kursi normal adalah 1,8, sedangkan angka keamanan minimum pada kursi *resin-infusion* adalah 4,22. Berdasarkan Dobrovolsky (*machine element*) menyatakan bahwa untuk beban statis angka keamanan 1,25 – 2 ; beban dinamis 2-3. Konstruksi rangka kursi tersebut termasuk dalam kelompok beban dinamis sehingga angka keamanannya minimal 2,00 maka kursi dengan rotan *resin-infusion* memiliki nilai keamanan yang baik, sedang kursi normal tidak aman untuk digunakan.

IV. KESIMPULAN

Material rotan memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi material yang lebih berkualitas terutama dari segi *mechanical properties* nya. Salah satu cara pengembangan material rotan yaitu dengan mengolah material rotan dengan teknik resin-infusion. Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan pada rotan spesies *Calamus manau sp*, didapatkan

hasil bahwa rotan hasil pengolahan *resin infusion* mengalami peningkatan *modulus elastisitas* lima kali lebih besar dari rotan normal. Namun, dapat disimpulkan bahwa peningkatan *modulus elastisitas* bergantung pada jenis matrik yang digunakan, semakin bagus spesifikasi resin maka semakin bagus kualitas rotan yang di dapat. Peningkatan *mechanical properties* rotan juga bergantung pada struktur anatomi dan kimia penyusun dari jenis rotan yang digunakan. Sehingga penggunaan jenis rotan yang berbeda akan mendapatkan hasil yang berbeda. Hasil Eksperimen Material Rotan *Resin-Infusion* dapat dilihat pada Gambar 11. Hasil *moke-up* implementasi desain tertera pada Gambar 12.

Treatment material rotan ini penting untuk menghasilkan kualitas furnitur yang lebih kuat dan tahan lama. Dari peningkatan kekuatan yang didapat, material dapat diimplementasikan untuk furnitur *knock down* dengan desain yang lebih *simple* dan *compact*, yaitu tanpa *support-support* tambahan disekitar struktur utamanya.

Namun, penggunaan sistem konstruksi kursi rotan *knock down* masih perlu banyak pengembangan mengingat belum banyak pengrajin rotan yang terampil dalam menerapkan konstruksi *knock down* yang memerlukan tingkat presisi tinggi.

Dengan peningkatan material *properties* yang dihasilkan dari proses *vacuum resin-infusion*, diharapkan kedepannya material ini dapat diaplikasikan pada berbagai bidang produk lain yang potensial.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. E. Palupi, T. N. P. Utomo, and L. M. Nuradhi, "Perancangan furnitur berbahan rotan dan fasilitas pendukungnya," *KREASI*, vol. 2, no. 1,

- 2016.
- [2] S. T. Ardiyanti, "Lampu Kuning Industri Rotan Indonesia," *Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia*, Jakarta, 2017.
- [3] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, "Pengembangan Produk Mebel Rotan Indonesia," *Warta Ekspor*, Jakarta, 2013.
- [4] N. Y. Maharani and O. Handoyo, "Eksplorasi struktur dan kombinasi material produk furnitur rotan," *Prod. Des.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [5] I. Biantoro and E. Zulaikha, "Eksperimen sistem sambungan rotan untuk pengembangan sarana duduk rotan," *J. Desain Idea J. Desain Prod. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, vol. 16, no. 1, 2017.
- [6] O. Rachman and Jasni, *Rotan Sumberdaya, Sifat dan Pengolahannya*. Bogor: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2006.
- [7] Z. Salim and E. Munadi, *Info Komoditi Furnitur*. Jakarta: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2017.
- [8] A. Kurniawan, A. Windharto, and N. A. Rizkiyah, "Desain sepeda rotan dengan rekayasa material rotan resin," *J. Desain Idea J. Desain Prod. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, vol. 19, no. 1, pp. 13-18, 2020.