

EKSPERIMEN SISTEM INTERLOCKING SELF-SUSTAINED PADA RECONFIGURABLE FLAT PACK FURNITURE

Oleh:

Marwan Noer

Bahana Genta Victory

Jakarta Pusat

Oneart.mercu@gmail.com

Mesah N Sejati

Program Studi Desain Produk, Fakultas Desain dan Seni Kreatif

Universitas Mercu Buana

mesah.sejati@mercubuana.ac.id

Abstrak

Flat-Pack furniture dan *interlocking system* merupakan 2 istilah yang memiliki kaitan sangat erat dalam industri pembuatan *furniture modern* saat ini. Dimana paduan kedua unsur ini mampu memberikan banyak solusi dalam penciptaan suatu produk *furniture* serba guna yang dimana menjadi fokus perhatian saat ini. Sistem *interlocking self-sustained* sebagai salah satu elemen dalam pembuatan *flat-pack furniture* memiliki fungsi yang esensial dan pengaruh yang signifikan dalam pembuatan suatu produk *flat-pack furniture* yang bukan saja multifungsi dan ergonomis tapi juga memiliki peran utama dalam menghasilkan produk yang ramah lingkungan.

Semenjak ditemukannya teknologi CNC router machine dan laser cutting serta perkembangan software digital engineering, sistem *interlocking self-sustained* yang dikenal kompleks ini menjadi berkembang sangat pesat, dan telah menghasilkan banyak produk *flat pack furniture* multi fungsi yang rekonfigurabel dengan karakteristik ramah lingkungan dengan biaya produksi yang masuk akal.

Penelitian bertujuan meninjau jenis *interlocking joint modern* serta mencoba menggali dan mengeksplorasi serta mencari pendekatan baru dalam pembuatan sistem *interlocking* yang tepat untuk aplikasi *Reconfigurable Flat Pack Furniture*.

Kata Kunci: *Interlocking, self-sustained, Reconfigurable, Flat-pack, Furniture.*

Abstract

Flat-Pack furniture and interlocking systems are two terms that have very close links in today's modern furniture manufacturing industry. Where the combination of these two elements can provide many solutions in the creation of a versatile furniture product which is the focus of attention at this time. The *self-sustained interlocking system* as one of the elements in making *flat-pack furniture* has an essential function and significant influence in making a *flat-pack furniture* product that is not only multifunctional and ergonomic but also has a major role in producing environmentally friendly products.

Since the invention of CNC router machine and laser cutting technology and the development of digital engineering software, this *self-sustained interlocking system* is known to be complex has developed very rapidly, and has produced many reconfigurable, multi-functional *flat-pack furniture* products with environmentally friendly characteristics at production costs makes sense.

The research aims to review modern types of *interlocking joints* and try to explore and explore and find new approaches in making *interlocking systems* that are appropriate for *Reconfigurable Flat Pack Furniture* applications.

Keywords: *Interlocking, self-sustained, Reconfigurable, Flat-pack, Furniture.*

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan konsep Flat-pack furniture yang semakin meningkat di zaman ini, merupakan cerminan akan kelebihan serta fitur yang ditawarkan flat-pack furniture pada masyarakat modern, utamanya yang tinggal di area perkotaan. Fitur yang bisa dibongkar pasang, memiliki kemudahan dalam proses pengiriman, kemudahan repackaging dan harga yang terjangkau merupakan beberapa fitur unik yang ditawarkan oleh konsep flat-pack dan menjadi magnet bagi kalangan tersebut. Dari awal kepopulerannya sekitar tahun 1950-an, dimana konsep knock-down yang diadopsi hanya berupa skrup dan baut, kini konsep knock-down telah mengarah ke arah penggunaan sistem interlocking yang memberikan fitur rekonfigurasi pada

furniture, yaitu dimana suatu furniture dapat beradaptasi terhadap kalangan yang memiliki space tempat tinggal yang sempit dan kecil dengan memiliki fungsi ganda atau yang dikenal dengan multi purpose furniture.

Pada dasarnya sistem interlocking yang digunakan pada Flat-pack furniture modern saat ini dapat dikategorikan ke dalam 2 macam yaitu : Sistem interlocking terpisah dan sistem interlocking self-sustained. Salah satu contoh dari sistem interlocking terpisah. Yang dijelaskan sebagai system interlocking yang digunakan dapat berbahan plastik ataupun metal dengan mekanisme interlocking yang telah dirancang sebelumnya, sementara system interlocking self-sustained, mekanisme interlockingnya didapatkan dari modifikasi bentuk material kayu yang bersangkutan tanpa penggunaan elemen luar seperti skrup dan baut.



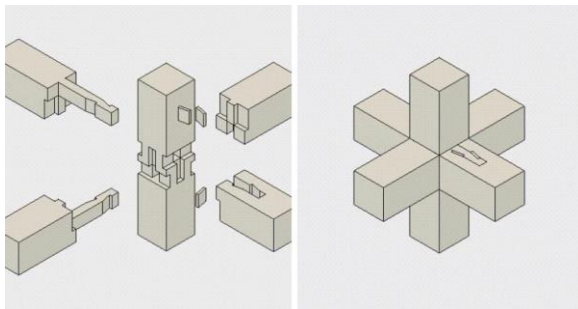
Flat-pack Tylco Furniture interlocking system



Self sustained interlocking system

Gambar 1. Flat-pack dan Self sustained interlocking system
(sumber : <http://www.tylco.com>)

Peniadaan elemen luar ini menjadi nilai plus dan keuntungan system interlocking self-sustained untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan. Sistem interlocking ini sebenarnya sudah ada sejak lama namun tidak begitu populer digunakan pada awalnya dimana dikarenakan system interlocking yang tersinspirasi dari Jepang & China ini dikenal dengan bentuk anatominya yang sangat kompleks, bahkan pada beberapa jenis joint memiliki mekanisme yang tersembunyi pada bagian tengah titik joint, sehingga dibutuhkan keakurasian dan pengetahuan khusus pada proses pembuatannya yang pada akhirnya menuju pada production cost yang tidak masuk akal apabila diperuntukkan pada pembuatan furniture rumahan.



Gambar 2. *Joint interlocking system* tradisional Jepang (sumber : [http:// www.tylco.com](http://www.tylco.com))

Inovasi sistem interlocking self-sustain baru menemukan titik terangnya ketika ditemukannya teknologi CNC router machine dan laser cutting yang kemudian dengan perkembangan software digital engineering membuat sistem interlocking ini menjadi mudah diakses dan dikembangkan. Dengan perkembangan teknologi diatas, saat

ini telah dihasilkan banyak macam modifikasi maupun variant modern jenis interlocking joint self sustained yang memiliki bentuk anatomi yang lebih simpel dibandingkan dengan pendahulunya baik itu yang menawarkan fitur knock down standar maupun yang menawarkan fitur rekonfigurasi pada karakteristik jointnya, sehingga mudah diaplikasikan dan disesuaikan dengan kebutuhan furniture. Beberapa hasil dari teknologi sistem interlocking self-sustained ini bisa terlihat pada flat-pack furniture berupa, stool, kursi, meja, rak, dsb.

Oleh karena itu berdasarkan paparan diatas, pada riset ini akan dilakukan Berbagai percobaan mengeksplorasi dan menguji coba untuk menemukan pendekatan baru pada aplikasi sistem interlocking yang self-sustained pada pencapaian produk flat-pack furniture yang dapat di rekonfigurasi ulang (reconfigurable)

Rumusan Masalah

- a. Tipe joint apa saja yang memiliki potensi dan bisa dikembangkan dalam pembuatan sistem interlocking self-sustained yang ideal pada *Reconfigurable Flat Pack Furniture*
- b. Bagaimana cara memilih atau menentukan jenis joint dalam pembuatan sistem interlocking self-sustained yang tepat pada *Reconfigurable FlatPack Furniture*

B. TINJAUAN PUSTAKA

Joint & Wood Joint

Dalam kamus bahasa Inggris *joint* adalah "a point at which parts of an artificial structure are joined" yang berarti suatu titik dimana bagian-bagian dari struktur buatan dihubungkan. Dalam dunia woodworking atau pekerjaan yang berhubungan dengan kayu, wood joint adalah istilah yang sering digunakan untuk mempresentasikan sambungan kayu.

Joinery

Sementara itu Joinery adalah pekerjaan kayu yang menghubungkan bagian-bagian kayu untuk menghasilkan bentuk atau form yang lebih kompleks. Beberapa wood joints ada yang menggunakan pengencang, pengikat atau bahan adhesive sementara beberapa wood joints lain hanya menggunakan elemen kayu itu sendiri. Dimana karakteristik wood joint yang berupa kekuatan, fleksibilitas, ketangguhan, penampilan dsb didapatkan dari sifat material kayu pada wood joint yang bersangkutan.

Interlock & Sistem Interlocking

Interlock dalam pengertian engineering menurut en.wikipedia.org berarti keadaan dua mekanisme atau fungsi yang saling bergantung. Yang kemudian dalam pengertian sistem interlocking berarti kumpulan-mekanisme atau fungsi yang saling bergantung dimana kumpulan mekanisme ini membentuk suatu sistem.

Flat pack

Flat-pack furniture populer sebutan RTA (Ready-to-assemble furniture), Kit furniture, Knock-down fittings dan Self-assembly. dan didefinisikan sebagai bentuk furniture yang membutuhkan proses pemasangan oleh customer. *Flat-pack furniture* adalah furniture seperti rak, library, lemari yang dibeli dalam bentuk bagian yang terpisah dimana proses pemasangan dilakukan sendiri oleh pihak customer. Furniture ini biasa disertai dengan instruksi pemasangan. Konsep flat-pack furniture, pertama kali dipopulerkan sekitar tahun 1950-an oleh Gillis Lundgren, yaitu seorang pegawai IKEA.

Reconfigurability

Reconfigurability adalah noun dari kata reconfigure yang menurut kamus bahasa Inggris freedictionary.com adalah "to rearrange the elements or settings", yang berarti untuk mengatur ulang elemen-elemen atau keadaan, tata letak atau cara. Dalam pengertian lebih lanjut, Reconfigurability adalah kemampuan pengaturan ulang dari suatu elemen atau keadaan, tata letak atau cara. Istilah lain yaitu Reconfigurable yang berarti dapat di konfigurasi ulang. Pada furniture dengan fitur reconfigurable, berarti furniture yang dapat dikonfigurasi baik itu dari segi elemen bentuk, multi fungsi maupun tata letak.

Stability

Dalam pengertian lebih lanjut, stability

berarti kualitas kestabilan. Pada furniture variabel stability berarti kualitas kestabilan dari suatu struktur furniture itu sendiri. Pada knock-down furniture stability dihasilkan dari kombinasi mekanisme-mekanisme yang saling bergantung satu sama lain, dimana mekanisme-mekanisme ini berupa karakteristik joint yang tergabung menjadi satu kesatuan.

C. METODE

Metode riset merupakan teknik atau kumpulan prosedur yang digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, memproses serta menganalisa informasi/data mengenai topik terkait.(Cresswell, 2006). Untuk memudahkan proses penelitian serta demi mendapatkan hasil analisa yang baik maka peneliti menggunakan riset eksploratif dengan metode kualitatif dan dengan pendekatan induktif. Yang berarti bahwa riset yang ditujukan pada permasalahan yang belum dipelajari secara lebih jelas dan ditujukan untuk mengambil point prioritas yang akan dijadikan bahan acuan serta untuk mengembangkan tahap riset final atau selanjutnya.

Riset Eksploratif

Penelitian eksplorasi digunakan untuk membantu menentukan desain penelitian terbaik, metode pengumpulan data, dan pemilihan subjek.penelitian eskploratif merupakan penelitian yang bertujuan untuk menggali secara luas tentang sebab-sebab

atau hal-hal yang mempengaruhi terjadinya sesuatu (Arikunto, 2006). Sementara itu Riset Explorasi dilakukan ketika permasalahan berada dalam tahap awal dan juga ketika sulit dilakukan pengumpulan data secara spesifik. Riset explorasi juga bersifat fleksibel serta bertujuan untuk menghasilkan hipotesis formal (Babbie 2012). Selain itu, apabila peneliti memiliki pengetahuan yang terbatas mengenai topik permasalahan yang diteliti maka metode riset explorasi merupakan cara yang sangat berguna untuk memastikan bahwa tahap riset selanjutnya akan lebih akurat dan tepat yang disertai dengan pemahaman yang lebih detail mengenai permasalahan yang diteliti (Yin 2015).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Interlocking Joint pada Flat-Pack Furniture Modern

Tidak sedikit jenis interlocking joint yang digunakan saat ini. Oleh karena itu peneliti mencoba mengumpulkan dan mereduksi data yang ada dengan menetapkan ciri dasar interlocking joint yang diinginkan, yaitu sebagai sebagai berikut:

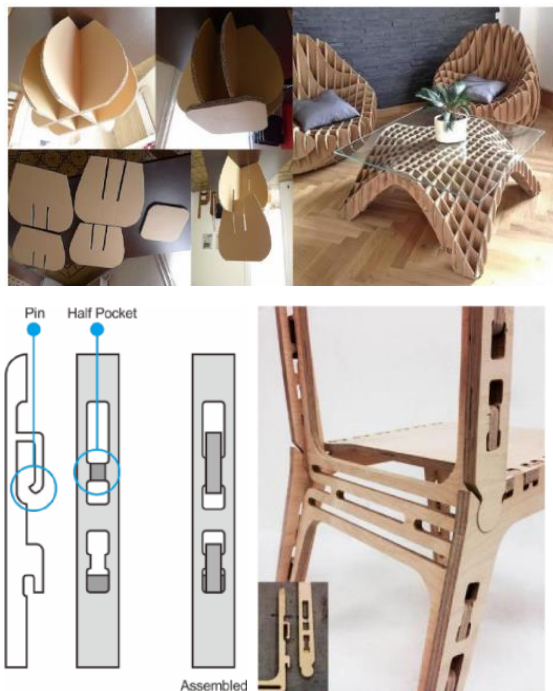
- a. Tipe Joint memiliki karakteristik knock-down (bongkar pasang).
- b. Tipe Joint tidak melibatkan penggunaan skrup,paku, bahan adhesive maupun sistem interlocking yang terpisah.
- c. Joint merupakan variasi modern dari

traditional joint (Jepang, China).

Berdasarkan ciri-ciri diatas didapatkan 5 jenis representative interlocking joint yang digunakan pada Flat-Pack furniture modern dengan konsep knock-down saat ini.

Slotting Joint

Slotting joint merupakan jenis *interlocking joint modern* yang paling populer dan sederhana digunakan pada furniture modern serta memiliki variasi yang sangat banyak baik dari sisi desain. Bentuknya yang sederhana serta proses manufacturing yang mudah menjadi salah satu alasan popularitas dari jenis ini.



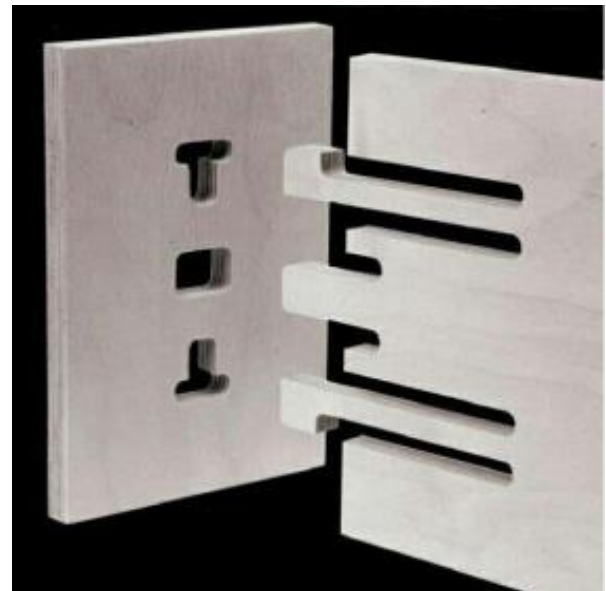
Gambar 3. Slotting Joint

Pada aplikasinya slotting joint banyak digunakan pada pembuatan reconfigurable shelf yaitu rak yang bisa dikonfigurasi ulang sesuai dengan kebutuhan. Gustaf Sjöstrand, seorang produk designer asal swedia melakukan modifikasi dengan menambahkan pin tambahan yang bertindak sebagai

pembatas ruang gerak dari slotting joint pada sandaran CNC Router Chair. Selain itu modifikasi pada bagian mortise menjadi half pocket membuat ujung tenon menjadi tersembunyi pada bagian mortise sehingga penampakan sistem interlocking menjadi lebih elegan.

Clip Tenon Joint

Jenis joint yang memiliki karakteristik visual dengan 2 pin clip yang bertindak sebagai kunci dengan tenon kontrol bagian tengah yang bisa dibongkar pasang menyesuaikan dengan kebutuhan.

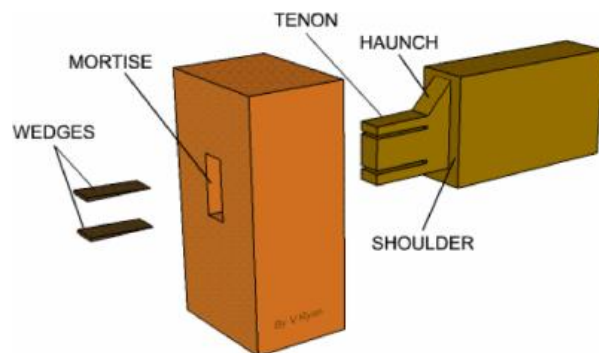


Gambar 4. Clip Tenon Joint (CNC)

Jenis joint ini juga sudah mulai banyak digunakan pada Flat-pack Furniture dengan konsep knock down. Aplikasinya beragam dari mainan anak sampai dengan pembuatan library atau rak buku. Bentuk anatomi joint ini menjadi salah satu alasan Clip tenon joint lebih cenderung di produksi dengan menggunakan CNC Machine, dimana tingkat akurasi sangat dibutuhkan dalam proses pembuatannya.

Modern Wedged Mortise & Tenon joint (LOCK Furniture)

Merupakan pengembangan dari Traditional Wedge Mortise Joint dari Jepang. Variasi joint tradisional dari Jepang bersifat permanen sementara variasi modern dari LOCK Furniture memiliki karakteristik interlocking yang dapat dibongkar pasang, hal ini dikarenakan karena adanya modifikasi pada bagian tenon yang menyerupai pin.



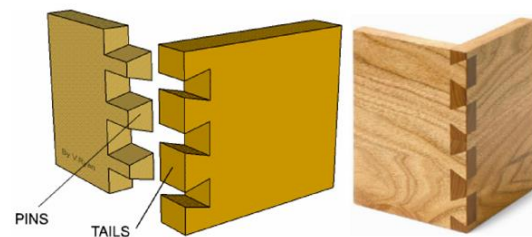
Gambar 5. Traditional Japan Wedged mortise & tenon joint

Pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang mirip dengan Clip Tenon Joint yang menggunakan 2 pin interlocking. Perbedaannya adalah tenon kontrol pada bagian tengah digantikan dengan wedge yang bisa dicabut-pasang. Bentuk anatomy

memungkinkan joint ini digunakan pada area yang sempit atau memiliki space yang sedikit dibandingkan dengan clip tenon. Kemudian sama halnya dengan clip tenon joint, Kebutuhan akan presisi membuat jenis joint ini lebih mudah diproduksi dengan menggunakan CNC Router machine.

Hammer Joint

Merupakan variasi dari dovetail joint yang biasa juga disebut dengan finger joint. Pada dasarnya Hammer Joint memiliki karakteristik mekanis kunci dasar yang mirip dengan *dovetail joint*.



Gambar 6. Hammer joint

Pada dasarnya penggunaan dovetail joint adalah bersifat permanen dan digunakan bersama lem dan tidak dirancang untuk metode knock down dan populer digunakan pada aplikasi pembuatan kabinet, utamanya pada sambungan sudut. Namun modifikasi pin menjadi half pocket sehingga membuat zona kontak antara pin dan tail menjadi berkurang dan aplikasi interlocking jadi memungkinkan, tanpa kehilangan fungsi dasarnya.

Cross Mortise Joint

Sistem *interlocking* yang dipopulerkan oleh Mario Pagliora, seorang arsitek asal italia. Karakteristiknya ditandai dengan mortise

berbentuk cross yang bertindak sebagai pusat interlocking joint dari setiap bagian furniture yang terhubung dengan joint tersebut.

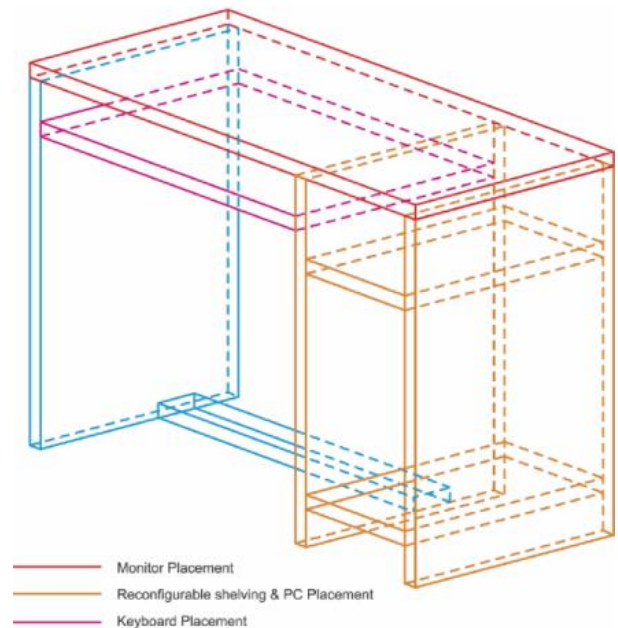


Gambar 7. Cross Mortise
(Sumber: <http://www.ElementoDiseno>)

Teknik ini memungkinkan 3 atau lebih elemen kayu bisa terhubung melalui satu joint yaitu cross mortise joint seperti yang terlihat pada gambar 37 dimana terlihat ke-empat bagian kaki meja dan panel atas terhubung menjadi 1 bagian melalui cross mortise joint

Pembahasan

Untuk mendapatkan beragam informasi dan data yang jelas serta konsisten maka peneliti sebelumnya telah menetapkan dan menentukan frame base template design berupa Reconfigurability Home PC Desk, yang akan digunakan pada proses eksperimen dengan menggunakan 5 jenis joint yang sudah dipilih sebelumnya. Dimana hasil dari proses eksperimen akan bersifat representatif terhadap kasus umum pada Reconfigurable Flat-pack Furniture.



Gambar 8. Frame Base Template Design

Diharapkan dengan metode pendekatan yang digunakan, proses eksperimen yang dilakukan dapat memberikan informasi awal yang dibutuhkan untuk proses selanjutnya. Pada proses eksperimen ini peneliti hanya fokus pada 2 variabel yaitu pencarian pola-pola atau pattern pada sisi rekonfigurabilitas dan stabilitas. Untuk stabilitas, peneliti menggunakan metode pengukuran digital 6 mobility code yang digunakan pada "Computational Interlocking Furniture Assembly" oleh Chi-Wing Fu dari Nanyang technological university) dan Peng Song (University of science and technology of china), demi mendapatkan gambaran awal dari potensi stabilitas yang ditawarkan pada setiap jenis interlocking joint.

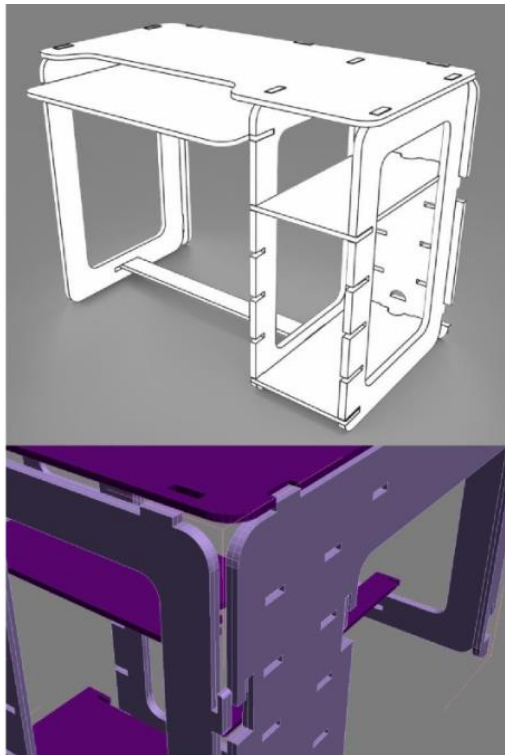
Eksperimen menggunakan *Slotting joint*

Pada proses eksperimen dengan menggunakan slotting joint, desain yang dihasilkan

dapat mengakomodasi konsep rekonfigurabilitas dengan baik.

Untuk bagian shelving terdapat beberapa pilihan bentuk slotting joint yang

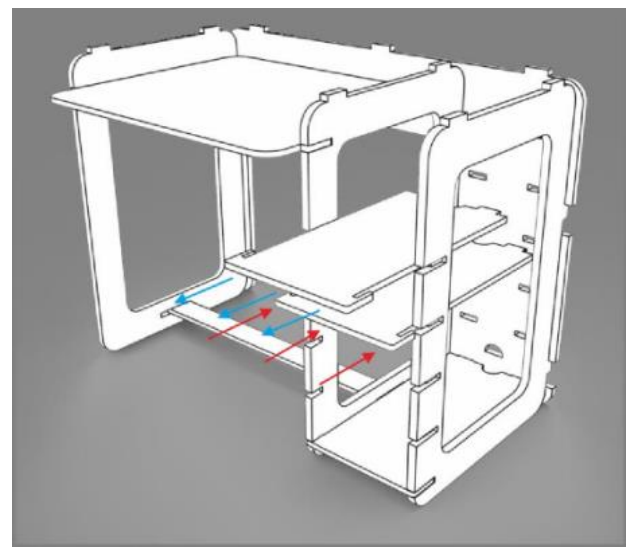
bisa diterapkan. Pilihan 1 mengharuskan proses knockdown secara total untuk konfigurasi shelving.



Gambar 9. Reconfigurable Home PC Desk with Slotting joint Interlocking System

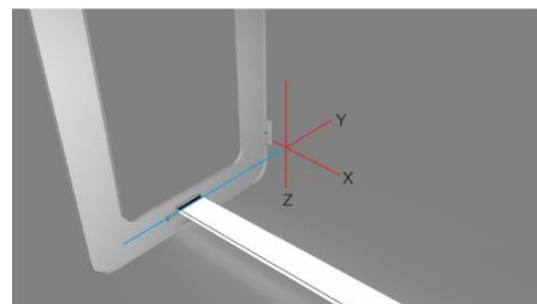


Gambar 10. Possible Slotting Joint type for shelving panel



Pemilihan joint ini memungkinkan aplikasi half pocket yang akan menyembunyikan ujung tenon pada bagian mortise, selain itu juga memungkinkan konfigurasi shelving tanpa proses disassembly atau knock-down secara keseluruhan, yaitu dengan hanya menarik panel shelving yang kemudian bisa diletakkan pada level yang berbeda. Setiap knock-down furniture yang menggunakan slotting joint, stabilitas mengandalkan dari sistem global interlocking yang baik, yaitu suatu sistem penyusunan komponen/bagian

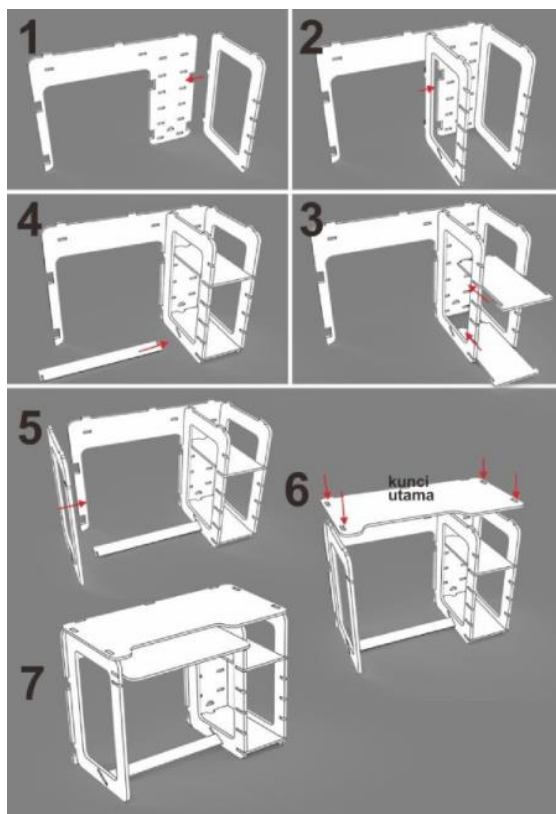
furniture yang menyerupai puzzle yang pada akhirnya akan dikontrol oleh 1 kunci utama, yang pada akhirnya menghasilkan stabilitas global. Sistem global interlocking ini memberikan solusi terhadap local stability yang kurang pada slotting joint.



6 bit mobility code : $+x|-x|+y|-y|+z|-z|$

Gambar 11. slotting joint local stability

Dengan menggunakan metode pengukur kestabilan 6 bit mobility code, didapatkan garis putusputus biru yang mempresentasikan adanya celah gerak pada titik joint. Terlihat ada 6 angka yang mempresentasikan mobilitas joint pada setiap sumbu (x,y,z) dengan angka 0 mempresentasikan immobile (tidak bergerak) dan angka 1 sebagai mobile (bergerak), dalam hal ini titik joint dikatakan memiliki kestabilan yang tinggi apabila setiap sumbu bernilai nol.

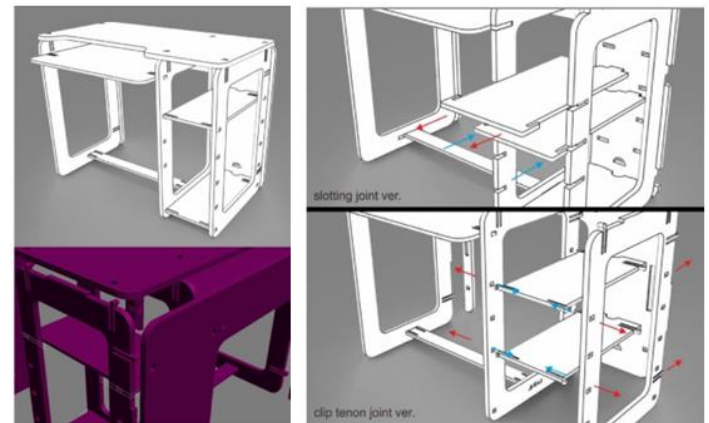


Gambar 12. snapshot of assembly sequence

Namun perencanaan sistem global interlocking yang baik, dapat mengatasi kekurangan dari pada local stability. pemasangan meja dengan mengadopsi global interlocking yang dikontrol oleh 1 kunci utama, dalam hal ini yaitu tutup atas meja.

Eksperimen menggunakan Clip tenon joint

Aplikasi clip tenon joint pada desain yang sama, peneliti mendapatkan kendala pada reconfigurability sub modul, dimana pada proses eksplorasi tidak didapatkan alternatif untuk melakukan reconfigurasi pada shelving dan sub modul lainnya tanpa melibatkan proses disassembly atau knock-down secara keseluruhan. Hal ini disebabkan pada karakter kunci pin yang membatasi pergerakan titik joint ke segala sumbu arah.

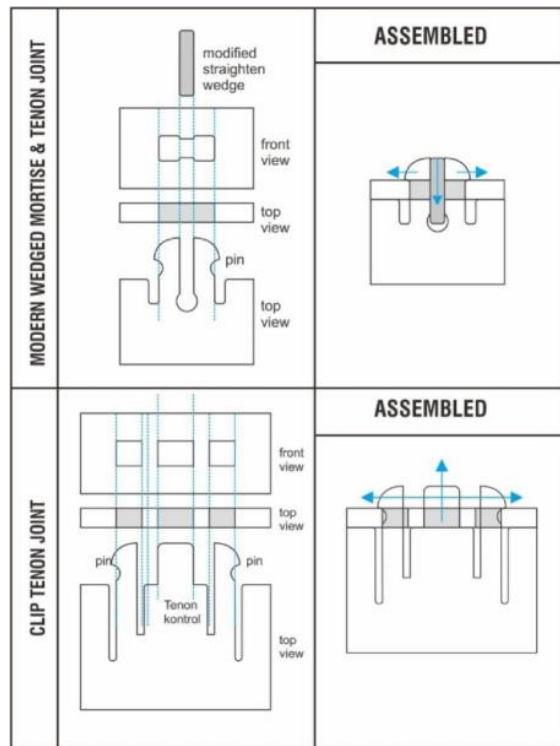


Gambar 13. Reconfigurable Home PC Desk with Clip Tenon joint Interlocking System

Namun pergerakan sumbu x,y,z yang bernilai nol pada semua sumbu justru memberikan local stability yang lebih baik pada clip tenon joint. Walaupun pada aplikasinya hal ini tidak terlalu berpengaruh dengan sistem global interlocking yang diterapkan. Namun secara keseluruhan, local stability yang baik akan memberikan dampak akumulasi positif pada global stability yang terdapat pada clip tenon joint interlocking system.

Eksperimen menggunakan M. Wedged Mortise & Tenon joint

Aplikasi Modern Wedge Mortise & Tenon joint pada desain template yang bersangkutan menghasilkan karakteristik yang serupa dengan clip tenon baik itu dari sisi stability maupun konfigurabilitas.



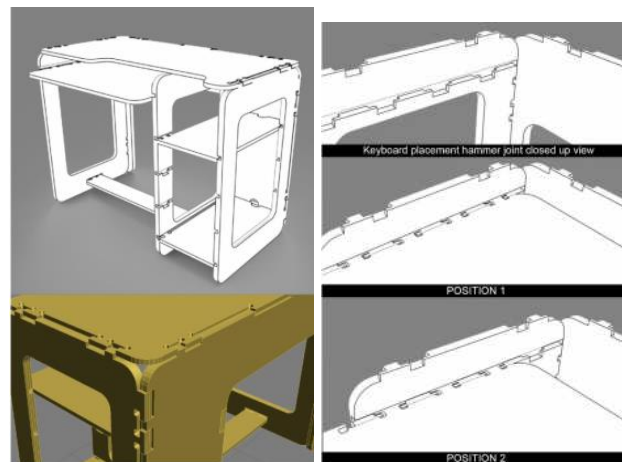
Gambar 14. clip tenon joint vs modern wedged mortise & tenon joint

Hal ini didasarkan pada prinsip kerja pin yang sama dimana perbedaan hanya terletak pada tenon kontrol digantikan dengan wedge yang bisa dicabut pasang pada Modern Wedged Mortise & Tenon joint. Sehingga faktor-faktor yang berlaku pada clip tenon joint juga berlaku pada Modern wedged mortise & tenon joint.

Ekspерimen menggunakan Hammer Joint

Dengan menggunakan hammer joint, peneliti menemukan potensi yang luas pada sisi reconfigurability, bahkan bisa memiliki potensi yang lebih luas dibandingkan dengan

jenis joint sebelumnya. Bentuk anatomy joint yang menyerupai jari disertai dengan mekanisme dasar menyerupai slotting joint, mampu memberikan fleksibilitas yang tinggi pada jenis joint ini.



Gambar 15. Reconfigurable Home hammer joint Interlocking System

Proses reconfigurable shelving dapat dilakukan dengan mudah dengan hanya mengangkat dan menarik panel shelving yang kemudian diletakkan pada posisi level yang berbeda tanpa proses disassembly atau knock-down secara keseluruhan. Selain itu, dari hasil eksplorasi dan uji coba yang dilakukan, hammer joint juga memungkinkan pembuatan keyboard placement yang reconfigurable. Dimana sebelumnya tidak tercapai baik itu dengan slotting joint maupun dengan clip tenon joint. Bentuk anatomy hammer joint yang menyerupai jari juga mampu memberikan local stability yang sedikit lebih baik dibandingkan dengan slotting joint. Pada aplikasi horizontal dengan single finger, hammer joint menampilkan nilai plus dimana nilai x dan y

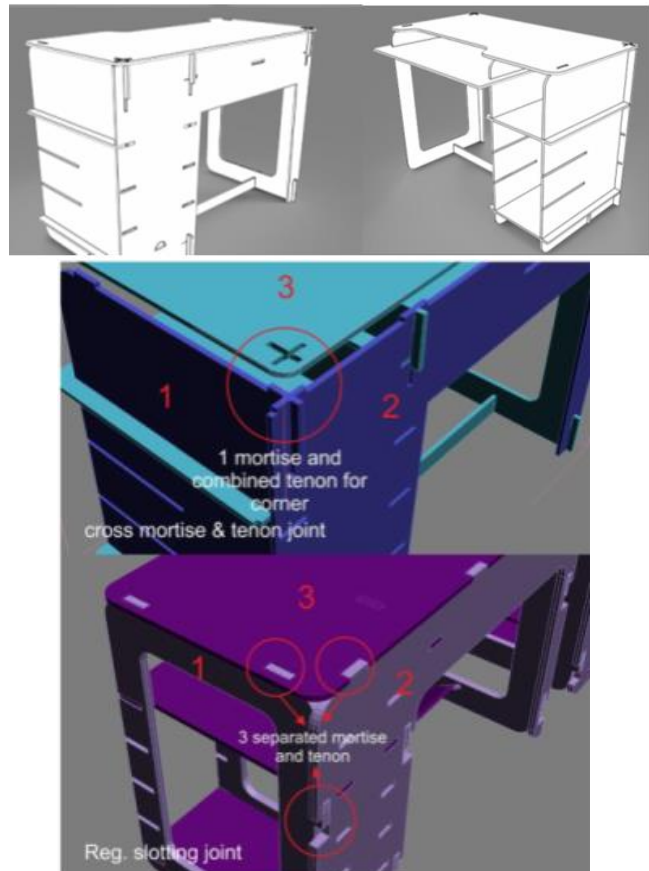
bernilai nol pada semua sumbu, sementara untuk slotting joint memiliki nilai 1 pada +y. Walaupun masih terdapat celah pergerakan pada sumbu +z namun patut diingat bahwa sumbu z dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang kemudian ditambah dengan zona kontak yang cukup membuat pergerakan ke arah +z menjadi ditolerir dan minimal.

Eksperimen Cross Mortise Joint

Pada sisi reconfigurability, cross mortise joint memiliki potensi yang serupa dengan slotting joint mengingat keduanya memiliki bentuk anatomi dan karakteristik yang mirip. Perbedaan terletak pada mortise yang berupa cross. Mortise dan tenon berbentuk cross memungkinkan 3 joint panel digabung menjadi 1 cross mortise joint, dibandingkan dengan slotting joint konvensional yang menggunakan lebih dari 1 joint. Namun dengan bentuknya yang simpel metode cross mortise & tenon joint lebih efektif diterapkan pada bidang horizontal dimana celah pergerakan hanya terdapat pada sumbu z yang dapat diatasi dengan adanya gaya gravitasi dibandingkan dengan penerapan vertikal yang dimana cross mortise & tenon memiliki celah gerak pada sumbu x atau y.

Dalam kasus ini metode slotting conventional menjadi lebih cocok diterapkan, selain itu cross mortise joint tidak bisa diterapkan pada penggabungan 2 modul, sehingga penerapan cross mortise joint pada keseluruhan sistem interlocking pada Home PC Desk menjadi tidak bisa

diaplikasikan.



Gambar 16. Reconfigurable Home PC Desk with cross mortise joint Interlocking System

Walaupun dari hasil uji-coba, didapatkan bahwa cross mortise & tenon joint sebagian besar selalu mengadopsi bentuk tenon yang lebih panjang yang berpengaruh pada zona kontak dan stabilitas. Namun karena keterbatasan aplikasinya yg hanya bisa diterapkan pada 3 atau lebih panel, maka jenis joint ini hanya tidak bisa digunakan sendiri dan hanya efektif pada bagian tertentu saja. Pada kasus desain template yang digunakan, pada beberapa bagian titik temu joint dengan 2 panel, penulis harus menggunakan slotting joint konvensional.

Perbandingan Hasil Eksperimen

Dari hasil uji-coba menggunakan 5 jenis interlocking joint, didapatkan rangkuman

hasil yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Perbandingan Hasil Eksplorasi

	Reconfigurability	Stability
Slotting joint	- Cukup fleksible dan memiliki potensial luas	Local stability dapat diatasi dengan perencanaan global interlocking yang
Clip Tenon joint	- Terbatas, Titik joint dengan nilai 0 mobility pada setiap sumbu membatasi potensi rekonfigurabilitas pada tahap sub modul - Memiliki potensial jika dipadukan dengan slotting joint (dibutuhkan riset lebih lanjut)	Memiliki tingkat stabilitas terbaik dibandingkan dengan jenis joint lain yang diujikan pada penelitian
M. Wedged Mortise & tenon	- Memiliki tingkat rekonfigurabilitas yang serupa dengan clip tenon	Memiliki tingkat stabilitas yang serupa dengan clip tenon joint.
Hammer joint	- Sangat fleksible dan memiliki potensial terbaik diantara 5 jenis joint yang dieksplorasi	Memiliki tingkat stabilitas yang moderate dimana sedikit lebih baik dibandingkan slotting joint namun masih dibawah clip tenon atau M. wedged mortise & tenon
Cross Mortise joint	- Serupa dengan slotting joint namun pada kasus tertentu, penggunaan yang dibatasi pada minimal 3 panel utk bisa diaplikasikan ,membuat jenis joint ini tidak bisa digunakan secara mandiri.	Memiliki tingkat stabilitas yang tidak jauh berbeda dengan slotting joint

E. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dari 5 jenis joint yang digunakan pada desain template awal, didapatkan beberapa kesimpulan berdasarkan rumusan masalah yang ada, yaitu:

Dari setiap joint yang di uji-cobakan, hammer joint memiliki potensial yang paling

banyak pada pembuatan sistem interlocking yang reconfigurable dibandingkan dengan jenis joint lain. Keseimbangan dari tingkat rekonfigurabilitas yang fleksibel dan stabilitas yang moderate menjadikan hammer joint menjadi pilihan yang aman. Pada aplikasi template desain yang digunakan hammer joint merupakan satu-satunya yang mampu memberikan fitur rekonfigurabilitas pada

keyboard placement atau pada tahap sub modul. Dari hasil eksperimen yang dilakukan, cara memilih joint yang tepat dapat didasarkan pada kebutuhan modul dari suatu furniture, dalam kasus desain template home PC desk yang digunakan, bagian reconfigurable shelving cocok menggunakan slotting joint, hammer joint dan cross mortise atau setiap jenis joint yang local stability-nya tidak memiliki nilai nol pada setiap sumbu, sementara pada bagian struktur utama cocok menggunakan clip tenon atau wedged mortise & tenon yang memiliki nilai 0 pada setiap sumbunya. Didapatkan keterkaitan antara tingkat konfigurabilitas dengan jenis joint. Contohnya yaitu pada hammer joint yang memiliki nilai plus pada potensi tingkat konfigurabilitas dibanding jenis joint lain.

Adapun informasi lain yang didapatkan dari uji-coba yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Dari hasil eksperimen diketahui bahwa clip tenon joint dan modern wedged mortise & tenon joint atau jenis sambungan lain dengan karakteristik pin sangat cocok diterapkan pada flatpack knock-down furniture yang membutuhkan kekuatan atau tenacity tanpa fitur rekonfigurabilitas. Pilihan joint ini adalah untuk menghasilkan produk dengan konsep knock-down tapi tetap memberikan tenacity dan stabilitas yang tinggi. Cross mortise joint merupakan satu-satunya joint yang tidak bisa diaplikasikan

secara mandiri, diperlukan jenis joint untuk mengakomodasi kekurangan pada aplikasinya. Bentuk anatomi modern wedged mortise & tenon joint yang hanya menggunakan single mortise, memungkinkan jenis joint ini menjadi pilihan utama dibandingkan clip tenon pada titik joint yang memiliki ruang terbatas.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Babbie, E. (2012). *The Practice of Sosial Research*. California: Wadsworth, Inc.
- Chang, W.S., & Hsu, M.F.(2005).Mechanical characteristics of traditional go-dou and stepped dovetail timber connections in Taiwan. *Taiwan Journal of Forest Science*, 20(1), 61-71.
- Chi-Wing Fu, & Peng Song (2015). Computational Interlocking Furniture Assembly. *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, Vol.34(4)*, 91:1-91:11.
- Creswell, J.W. (2010). *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yin, R.K. (2015). *Studi Kasus Desain & Metode*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Schwarz, C. (2004). *Wood Joinery:Build a Table Using Traditional Techniques :Mortise & Tenon for Tables*. North Carolina : Woodworking Magazines.
- Sumihoshi,T., & Matsui,G. (1989). *Wood Joints In Classical Japanese Architecture*. Japan: Kajima Institute Pub.
- Spon, C. (2009). *Woodwork Joints :How to make and where to use them*. New York: The Toolemera Press.