



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Sistem modular berbasis sambungan *interlocking* sebagai strategi desain sirkular pada bangunan komunitas pesisir

M V Salsabila^{a,*}, K H Basuki^b, F Rusmiati^c

Program Studi SI Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 10/11/2025
Direvisi 02/12/2025

Kata kunci:
Arsitektur sirkular
Bambu laminasi
Interlocking
Komunitas pesisir
Modularitas

ABSTRAK

Bangunan konvensional di kawasan pesisir seringkali gagal beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan kebutuhan komunitas serta menghasilkan limbah konstruksi. Di Kota Agung, Tanggamus, keterbatasan infrastruktur perikanan terintegrasi juga melemahkan sosial-ekonomi nelayan. Arsitektur sirkular dibutuhkan untuk sistem bangunan yang efisien, fleksibel, dan adaptif terhadap siklus material. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penerapan sistem modular berbasis sambungan *interlocking* bambu laminasi sebagai strategi desain sirkular pada bangunan komunitas pesisir, dengan studi kasus *Fishery Hub SAIBA* Kota Agung. Fokusnya pada prinsip modularitas untuk fleksibilitas ruang dan kemudahan perawatan, serta efektivitas sambungan *interlocking* untuk efisiensi konstruksi dan keberlanjutan material. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui studi kasus, analisis literatur, observasi, dan sintesis desain. Hasilnya, sistem modular 4x4m dengan *interlocking* bambu laminasi mengurangi potensi limbah (*Design for Disassembly*), memperpanjang siklus pakai komponen, dan memungkinkan fleksibilitas ruang. Penggunaan bambu laminasi lokal menurunkan jejak karbon dan memperkuat identitas arsitektur tropis. Kesimpulannya, sistem modular *interlocking* bambu laminasi efektif sebagai strategi desain sirkular untuk bangunan komunitas pesisir yang berkelanjutan, adaptif, mudah dirawat, dan memberdayakan komunitas.

1. Pendahuluan

Kawasan pesisir merupakan lingkungan yang secara inheren dinamis dan rentan (Nicholls et al., 2020). Selain menghadapi tantangan fisik seperti abrasi, kenaikan muka air laut, dan potensi bencana (IPCC, 2021), wilayah ini juga menjadi pusat kehidupan komunitas yang ekonominya sangat bergantung pada sumber daya laut (FAO, 2018). Studi kasus di Kota Agung, Kabupaten Tanggamus, Lampung, menggarisbawahi kompleksitas ini. Sebagai salah satu sentra perikanan tangkap penting di provinsi tersebut, Kota Agung menghadapi isu keterbatasan infrastruktur

yang terintegrasi. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) yang ada seringkali belum optimal dalam mendukung rantai nilai perikanan, mulai dari penanganan pasca-tangkap hingga distribusi. Kondisi ini, ditambah minimnya fasilitas pendukung untuk pengolahan dan pemberdayaan komunitas, turut memperlemah posisi sosial-ekonomi nelayan tradisional (Sari & Wibowo, 2023).

Dalam konteks arsitektur, bangunan konvensional yang didesain dengan model ekonomi linier (*take-make-dispose*) seringkali tidak mampu merespons dinamika pesisir (Guy & Farmer, 2001). Sifatnya yang permanen, materialnya yang cenderung

memiliki jejak karbon tinggi (misalnya beton), dan sistem konstruksinya yang menyulitkan adaptasi atau pembongkaran, berkontribusi pada timbulan limbah konstruksi yang signifikan ketika perubahan fungsi atau renovasi diperlukan (Pomponi & Moncaster, 2017). Limbah ini tidak hanya membebani lingkungan tetapi juga merepresentasikan pemborosan sumber daya material dan energi (Adams et al., 2017).

Arsitektur sirkular muncul sebagai paradigma alternatif untuk menjawab tantangan tersebut (Pomponi & Moncaster, 2017). Berakar dari konsep ekonomi sirkular, pendekatan ini bertujuan untuk mendesain bangunan dan komponennya agar dapat bertahan selama mungkin dalam siklus penggunaan, melalui strategi seperti perbaikan, penggunaan kembali, dan adaptasi, sehingga pada akhirnya meminimalkan atau bahkan mengeliminasi limbah (Zanotto, 2022). Salah satu prinsip fundamentalnya adalah *Design for Disassembly (DfD)*, yaitu merancang bangunan agar mudah dibongkar di akhir masa pakainya atau saat diperlukan perubahan, sehingga komponennya dapat dipisahkan dan dimanfaatkan kembali dengan nilai setinggi mungkin (Pomponi & Moncaster, 2017). Zanotto (2022) bahkan menyebutnya sebagai ideologi desain yang melihat bangunan sebagai entitas fleksibel yang terus berevolusi.

Strategi kunci untuk mewujudkan *DfD* adalah modularitas dan sistem sambungan non-permanen. Modularitas memungkinkan bangunan disusun dari unit-unit standar yang dapat dirakit, dikonfigurasi ulang, atau diperluas dengan mudah. Fleksibilitas ini sangat krusial untuk bangunan komunitas pesisir yang fungsinya bisa berubah mengikuti kebutuhan sosial atau ekonomi (Smith, 2010). Sementara itu, penggunaan sambungan *interlocking* atau sambungan mekanis lainnya menggantikan sambungan permanen (las, cor), memungkinkan komponen dilepas tanpa kerusakan (Pomponi & Moncaster, 2017).

Ketika strategi ini dipadukan dengan material lokal terbarukan seperti bambu laminasi, potensinya menjadi semakin besar (Sharma et al., 2015). Bambu melimpah di Indonesia, termasuk di sekitar lokasi studi (Kabupaten Pringsewu, Lampung) (Dinas Kehutanan Lampung, 2023), memiliki siklus tumbuh cepat, dan kemampuan menyerap karbon (Sharma et al., 2015).

Bambu laminasi, sebagai produk rekayasa, menawarkan kekuatan dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan bambu utuh, serta dapat diproduksi dalam bentuk standar (balok, papan) (Kementrian PUPR, 2020).

Penelitian ini secara spesifik menganalisis penerapan kombinasi ketiga elemen tersebut—modularitas, sambungan *interlocking*, dan bambu laminasi—dalam konteks perancangan Pusat Komunitas Pesisir, sebagai bagian dari proyek *Fishery*

Hub "SAIBA" di Kota Agung. Pusat Komunitas ini dipilih karena merepresentasikan kebutuhan ruang yang sangat dinamis (pelatihan, musyawarah, pameran), sehingga menjadi studi kasus ideal untuk menguji efektivitas strategi desain sirkular yang diusulkan. Tujuan utamanya adalah untuk menjabarkan secara teknis dan konseptual bagaimana sistem ini diimplementasikan dan bagaimana kontribusinya terhadap aspek sirkularitas, adaptabilitas, dan potensi pemberdayaan komunitas pesisir.

2. Metodologi

Penelitian ini menerapkan metode analisis kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih untuk memahami secara mendalam konteks perancangan, mengeksplorasi strategi desain secara konseptual, dan menganalisis potensi penerapan prinsip-prinsip arsitektur sirkular dalam kasus spesifik. Studi kasus difokuskan pada rancangan arsitektur Pusat Komunitas Pesisir, yang merupakan salah satu komponen utama dari pengembangan *Fishery Hub "SAIBA"* di Kota Agung, Tanggamus. Pemilihan kasus ini didasarkan pada relevansinya dengan isu adaptabilitas bangunan komunitas di lingkungan pesisir dan potensinya sebagai model penerapan strategi modular-sirkular. Pengumpulan data dilakukan melalui tiga cara utama:

1. Analisis Literatur: Mengkaji teori dan konsep terkait arsitektur sirkular, *Design for Disassembly (DfD)*, modularitas, bambu laminasi sebagai material konstruksi, dan sistem sambungan *interlocking*. Sumber meliputi buku, jurnal ilmiah, dan standar teknis.
2. Observasi Lapangan: Melakukan pengamatan langsung di lokasi TPI Kota Agung untuk memahami konteks fisik, lingkungan, aktivitas perikanan eksisting, dan kebutuhan komunitas nelayan.
3. Sintesis Desain: Menganalisis dokumen perancangan arsitektur Pusat Komunitas Pesisir SAIBA yang dihasilkan penulis, meliputi konsep dasar, gambar kerja (denah, potongan, tampak), diagram sistem modular, detail sambungan *interlocking*, dan visualisasi.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan interpretatif. Fokus analisis adalah pada bagaimana elemen-elemen kunci—yaitu sistem *grid modular*, material bambu laminasi lokal, dan sistem sambungan *interlocking*—diintegrasikan dalam desain. Efektivitas integrasi ini dievaluasi berdasarkan kemampuannya dalam mendukung prinsip-prinsip arsitektur sirkular (khususnya *DfD*, fleksibilitas/adaptabilitas, penggunaan

material terbarukan, kemudahan perbaikan, dan potensi penggunaan kembali) serta relevansinya dengan kebutuhan fungsional dan sosial bangunan komunitas pesisir. Hasil analisis disajikan melalui deskripsi naratif, didukung oleh diagram dan gambar dari rancangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Arsitektur Sirkular dan *Prinsip Design for Disassembly (DfD)*

Arsitektur sirkular bertujuan mentransformasi industri konstruksi dari model linier menjadi model siklus tertutup, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Fokus utamanya adalah memaksimalkan nilai guna material dan komponen bangunan sepanjang waktu, serta mengeliminasi konsep limbah (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Hal ini dicapai melalui perancangan sistem bangunan yang mendukung perpanjangan umur pakai, perawatan, perbaikan, penggunaan kembali, dan daur ulang.

Design for Disassembly (DfD) adalah strategi inti dalam arsitektur sirkular. *DfD* melibatkan perancangan bangunan dan koneksinya sedemikian rupa sehingga komponen dapat dengan mudah dipisahkan di akhir masa pakai atau selama renovasi tanpa kerusakan signifikan (Pomponi & Moncaster, 2017). Kunci implementasi *DfD* meliputi:

1. Sambungan Non-Permanen: Mengutamakan sambungan mekanis (baut, sekrup, klem) atau sambungan kering (*interlocking*) daripada sambungan basah (cor beton) atau kimia (lem permanen).
2. Standardisasi dan Modularitas: Penggunaan komponen dengan ukuran standar mempermudah penggantian dan penggunaan kembali.
3. Aksesibilitas: Merancang agar sambungan dan komponen mudah dijangkau untuk inspeksi, perawatan, dan pembongkaran.
4. Informasi Material: Dokumentasi yang jelas mengenai jenis material dan cara pembongkaran.

Hirarki strategi sirkularitas, seperti *Circularity Ladder (10R)*, menempatkan *Reuse* (penggunaan kembali komponen) dan *Repair* (perbaikan) pada level yang lebih tinggi (lebih diutamakan) daripada *Recycle* (daur ulang material), karena *Reuse* mempertahankan lebih banyak nilai tambah dan energi yang tertanam dalam komponen (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2015). *DfD* secara langsung mendukung strategi *Reuse* dan *Repair*.

3.2 Modularitas: Fleksibilitas dan Efisiensi

Modularitas adalah prinsip perancangan yang membagi sistem kompleks menjadi unit-unit

independen (modul) yang dapat dikombinasikan dalam berbagai cara. Dalam arsitektur, ini berarti merancang bangunan menggunakan komponen atau unit ruang standar yang dapat diprefabrikasi dan dirakit di lokasi (Smith, 2010). Keuntungan modularitas dalam konteks sirkularitas meliputi:

1. Fleksibilitas Spasial: Bangunan dapat dengan mudah diperluas, dikurangi, atau dikonfigurasi ulang dengan menambah, mengurangi, atau memindahkan modul. Ini sangat penting untuk bangunan publik seperti pusat komunitas yang kebutuhannya dapat berubah.
2. Mendukung *DfD*: Komponen modular dengan sambungan standar lebih mudah dibongkar dan diganti.
3. Efisiensi Konstruksi: Prefabrikasi modul di lingkungan terkontrol (pabrik/bengkel) dapat meningkatkan kualitas, mengurangi waktu konstruksi di lapangan, dan meminimalkan limbah.
4. Adaptabilitas Fungsi: Model 6S dari Stewart Brand (1994) menyoroti bahwa lapisan bangunan yang berbeda memiliki siklus hidup yang berbeda (misalnya, tata ruang/*Space Plan* berubah lebih cepat daripada struktur). Modularitas memungkinkan lapisan yang lebih cepat berubah (seperti partisi interior) dimodifikasi tanpa mengganggu lapisan yang lebih permanen (struktur)

3.3 Bambu Laminasi: Alternatif Material Berkelanjutan dari Sumber Lokal

Bambu adalah material konstruksi alami yang memiliki potensi keberlanjutan tinggi karena pertumbuhannya yang cepat, kemampuannya menyerap CO_2 , dan ketersediaannya yang melimpah di daerah tropis, termasuk Indonesia. Namun, bambu utuh memiliki variasi dimensi, bentuk tidak beraturan, dan kerentanan terhadap serangan biologis jika tidak diawetkan dengan benar.



Gambar 1. Bambu dan bambu laminasi

Bambu laminasi (*laminated bamboo*) adalah produk rekayasa yang mengatasi keterbatasan tersebut. Dibuat dengan membelah bambu menjadi bilah-bilah, mengawetkan, mengeringkan, dan merekatkannya di

bawah tekanan, bambu laminasi menghasilkan elemen struktural (balok, kolom, papan) dengan dimensi standar, kekuatan mekanis yang tinggi (seringkali sebanding dengan kayu), dan stabilitas bentuk yang lebih baik (Sharma et al., 2015). Proses ini juga memungkinkan penggunaan bambu dengan diameter lebih kecil atau bagian bambu yang sebelumnya kurang termanfaatkan.

Penggunaan bambu laminasi dalam proyek ini didukung oleh ketersediaan sumber bahan baku di Kabupaten Pringsewu, Lampung, yang secara geografis dekat dengan lokasi proyek di Kota Agung. Hal ini mengurangi jejak karbon transportasi material. Selain itu, pemanfaatan material lokal ini mendukung perekonomian regional dan dapat memperkuat identitas arsitektur tropis-pesisir.

3.4 Sambungan *Interlocking*: Kearifan Tradisional untuk Konstruksi Modern

Sistem sambungan adalah elemen kritis dalam *DfD* dan konstruksi modular. Sambungan *interlocking* adalah jenis sambungan kering (tanpa perekat basah) yang mengandalkan bentuk geometris komponen yang saling mengunci untuk mentransfer beban dan memberikan stabilitas. Sistem ini sering ditemukan dalam arsitektur vernakular berbasis kayu di seluruh dunia, menunjukkan adaptasi cerdas terhadap ketersediaan material dan kebutuhan struktural, termasuk ketahanan terhadap gempa.

Rumah Tajug tradisional Jawa, misalnya, menggunakan sistem sambungan purus (tenon) dan lubang (mortise) yang kompleks, serta elemen pengunci tambahan seperti pasak kayu (pancer), untuk menciptakan kerangka struktur yang kokoh namun fleksibel tanpa menggunakan paku logam. Prinsip dasar saling mengunci dan mentransfer beban melalui kontak permukaan ini dapat diadaptasi untuk material modern seperti bambu laminasi.

Dengan teknologi fabrikasi yang presisi (misalnya CNC), profil *interlocking* dapat dibuat pada ujung balok atau kolom bambu laminasi. Sambungan ini kemudian dapat dirakit di lapangan, seringkali hanya memerlukan elemen pengunci mekanis minimal (seperti baut atau pasak kayu keras) untuk mencegah pergeseran. Keuntungan sistem ini adalah:

1. Memfasilitasi Perakitan Cepat: Komponen yang presisi mempercepat proses pemasangan.
2. Memungkinkan Pembongkaran *Non-Destruktif*:
3. Komponen dapat dilepas dengan membuka pengunci, mendukung prinsip *DfD*, *Reuse*, dan *Repair*.
4. Ekspresi Tektonik: Sambungan yang terlihat dapat menjadi elemen estetika yang menunjukkan cara kerja struktur.

Analisis terhadap rancangan Pusat Komunitas Pesisir SAIBA menunjukkan bahwa penerapan strategi modular berbasis sambungan *interlocking* bambu laminasi secara efektif mewujudkan prinsip-prinsip desain sirkular dalam konteks pesisir Kota Agung.

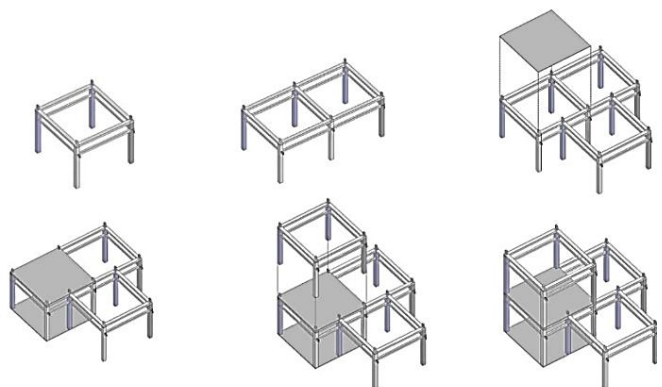
3.5 Sistem *Grid Modular* Bambu Laminasi sebagai Kerangka Adaptif

Struktur utama bangunan dirancang menggunakan sistem kerangka (*frame*) dari material bambu laminasi. Material ini dipilih karena potensinya sebagai sumber daya lokal terbarukan dari Kabupaten Pringsewu, yang berjarak relatif dekat. Penggunaan bambu laminasi (misalnya dari jenis Betung atau Andong yang telah diproses) menawarkan alternatif pengganti kayu dengan jejak karbon yang lebih rendah dan mendukung ekonomi regional.



Gambar 2. contoh elemen struktural dari bambu laminasi

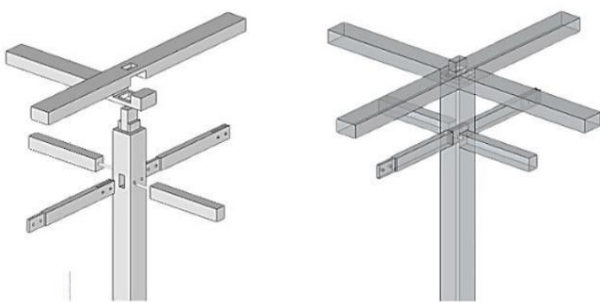
Kerangka struktur ini disusun mengikuti sistem *grid modular* 4x4 meter. Ukuran modul ini dipilih berdasarkan pertimbangan skala ruang yang dibutuhkan untuk fungsi komunitas (aula, ruang pelatihan) serta efisiensi bentang struktur bambu laminasi. Kolom dan balok dirancang sebagai komponen standar yang dapat diprefabrikasi, menyederhanakan proses konstruksi.



Gambar 3. Diagram sistem struktur *grid modular* 4x4m

Sistem *grid modular* ini berfungsi sebagai kerangka dasar yang adaptif. Fleksibilitas utamanya terletak pada kemampuannya untuk mengakomodasi perubahan atau pertumbuhannya di masa depan. Jika komunitas membutuhkan ruang tambahan, modul baru dapat ditambahkan secara horizontal (atau vertikal dalam batas tertentu) pada *grid* yang sudah ada. Sebaliknya, jika ada bagian yang tidak lagi terpakai, modul tersebut dapat dibongkar tanpa mengganggu struktur utama. Kemampuan "bertumbuh" (*growing architecture*) ini secara langsung menerapkan prinsip *Redesign* dan *Reduce* dalam hierarki sirkular, karena mencegah kebutuhan renovasi besar yang menghasilkan limbah. Inovasi Sambungan Interlocking untuk *Design for Disassembly (DfD)*. Kunci dari modularitas dan sirkularitas sistem ini adalah sistem sambungan *interlocking* yang dirancang khusus untuk elemen bambu laminasi. Terinspirasi dari prinsip sambungan kering non-permanen pada konstruksi kayu tradisional Nusantara seperti Rumah Tajug Jawa, sambungan ini dimodifikasi secara mekanis untuk material bambu laminasi.

Berbeda dengan sambungan las atau cor yang permanen, sistem *interlocking* ini mengandalkan bentuk geometris presisi pada ujung kolom dan balok yang saling mengunci saat dirakit. Misalnya, ujung balok dapat memiliki profil purus (tenon) yang masuk ke dalam lubang (mortise) pada kolom, atau menggunakan sistem coakan dan pasak. Pengunci mekanis tambahan (seperti baut baja tahan karat atau pasak kayu keras) digunakan seminimal mungkin, terutama untuk mencegah pergeseran akibat getaran atau beban lateral, sementara transfer beban utama terjadi melalui kontak antar permukaan *interlocking*.



Gambar 4. Diagram detail sambungan *interlocking* bambu laminasi

Sistem sambungan "bongkar pasang" ini merupakan inti dari penerapan prinsip *Design for Disassembly (DfD)* dan memberikan tiga manfaat sirkular utama:

1. Kemudahan Perakitan (*Assembly*): Komponen prefabrikasi dengan sambungan *interlocking* mempercepat proses konstruksi di lapangan,

potensial mengurangi biaya tenaga kerja, dan minim limbah potongan di lokasi.

2. Kemudahan Perbaikan (*Repair*): Jika satu komponen (misal satu balok) mengalami kerusakan, komponen tersebut dapat dilepas secara individual dengan membuka penguncinya, lalu diganti dengan komponen baru tanpa perlu membongkar bagian struktur lain. Ini sangat penting untuk bangunan di lingkungan pesisir yang mungkin mengalami kerusakan lokal akibat cuaca ekstrem atau aktivitas. Kemudahan perbaikan memperpanjang umur pakai keseluruhan bangunan.
3. Kemudahan Pembongkaran (*Disassembly*) & Potensi *Reuse*: Di akhir masa pakai bangunan, seluruh komponen struktur utama dapat dibongkar secara sistematis. Komponen bambu laminasi yang masih dalam kondisi baik dapat digunakan kembali (*Reuse*) untuk bangunan lain atau fungsi sekunder, mempertahankan nilai material dan energi yang tertanam di dalamnya. Ini secara signifikan mengurangi volume limbah yang berakhir di TPA dibandingkan pembongkaran bangunan konvensional.

3.6 Fleksibilitas Spasial dan Implikasi Sosial Komunitas

Integrasi sistem modular dan sambungan *interlocking* secara langsung berdampak pada fleksibilitas penggunaan ruang di Pusat Komunitas Pesisir SAIBA. Karena dinding tidak bersifat struktural, partisi interior dapat dirancang sebagai elemen ringan dan non-permanen. Dalam desain ini, digunakan kombinasi panel geser dari anyaman bambu dan tirai dari kain nilon daur ulang (berasal dari jaring ikan bekas, sebagai implementasi *Reuse* material limbah pesisir).

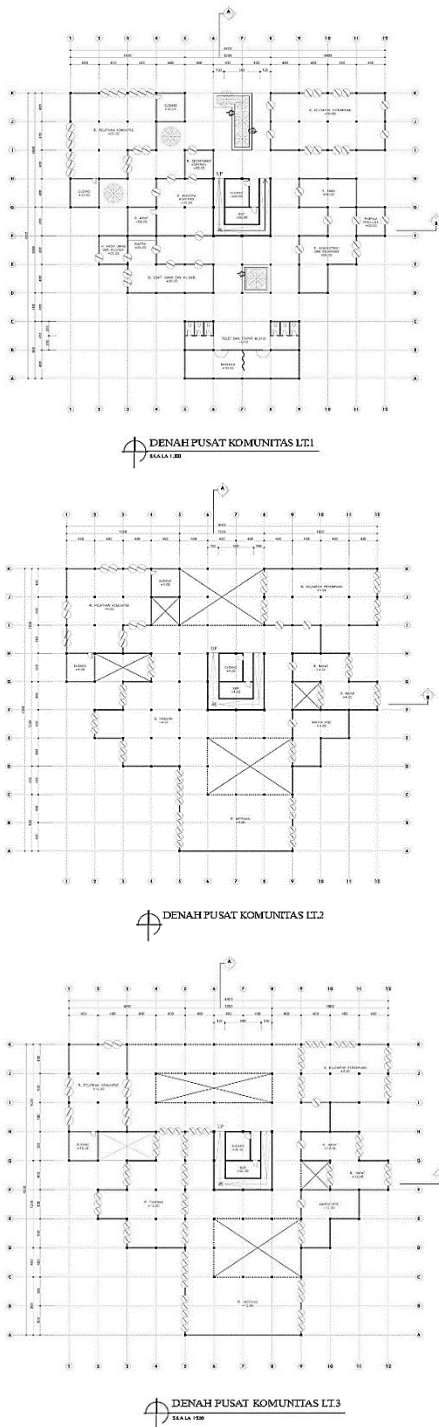


Gambar 5. Perspektif interior pusat komunitas pesisir

Hal ini memungkinkan ruang-ruang utama seperti aula, ruang pelatihan, dan area pameran untuk diadaptasi ukurannya sesuai kebutuhan acara komunitas. Misalnya, dua ruang pelatihan dapat

digabung menjadi satu ruang besar untuk lokakarya, atau aula dapat dibuka sepenuhnya terhubung ke plaza luar untuk acara perayaan.

Denah bangunan (Gambar 6) yang berbasis grid 4x4m secara visual menunjukkan potensi konfigurasi ruang yang beragam ini. Fleksibilitas ini sangat penting untuk pusat komunitas yang melayani berbagai kelompok dengan agenda yang sering berubah.



Gambar 6. Denah pusat komunitas pesisir (lantai 1, 2, 3) mengilustrasikan *grid modular* dan ruang adaptif

Di luar aspek fungsional, sistem konstruksi ini juga memiliki implikasi sosial positif. Sistem modular dengan sambungan *interlocking* cenderung lebih mudah dipahami dan dirakit dibandingkan sistem konstruksi konvensional yang kompleks. Hal ini membuka peluang partisipasi komunitas lokal dalam proses pembangunan (misalnya perakitan komponen non-struktural) maupun dalam perawatan jangka panjang. Dengan pelatihan dasar mengenai cara memeriksa sambungan atau mengganti panel dinding/lantai yang rusak, komunitas dapat diberdayakan untuk merawat bangunan mereka secara mandiri. Keterlibatan ini tidak hanya mengurangi biaya pemeliharaan tetapi juga dapat menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) yang kuat terhadap fasilitas tersebut, memastikan keberlanjutan penggunaannya oleh komunitas dalam jangka panjang.

3.7 Ekspresi Tektonik dan Integrasi Kontekstual

Secara visual, desain bangunan sengaja mengekspos elemen struktur bambu laminasi dan detail sambungan *interlocking*-nya. Pendekatan *honest expression* ini tidak hanya bertujuan estetis—menampilkan keindahan alami dan teknis material—tetapi juga fungsional. Struktur yang terlihat memudahkan inspeksi kondisi material dan sambungan secara berkala, mendukung strategi perawatan preventif.



Gambar 7. Perspektif menampilkan tektonika struktur bambu laminasi modular dan sambungan *interlocking* yang terekspos

Tampilan bangunan yang didominasi oleh *grid* struktur bambu laminasi yang ringan dan berulang menciptakan karakter arsitektur yang kontekstual dengan lingkungan tropis pesisir. Penggunaan material lokal (bambu) dan adaptasi dari prinsip konstruksi vernakular (sambungan *interlocking*) mengintegrasikan bangunan dengan identitas budaya dan sumber daya setempat.

4. Kesimpulan

Penelitian melalui studi kasus perancangan Pusat Komunitas Pesisir SAIBA di Kota Agung ini

menunjukkan bahwa sistem modular berbasis sambungan *interlocking* bambu laminasi merupakan strategi desain sirkular yang efektif dan kontekstual untuk lingkungan pesisir. Integrasi ketiga elemen ini secara sinergis berhasil menjawab kebutuhan akan bangunan yang tidak hanya berkelanjutan secara lingkungan tetapi juga adaptif secara fungsional dan memberdayakan secara sosial. Temuan utama dari analisis ini adalah:

1. Material Lokal & Rendah Karbon: Penggunaan bambu laminasi dari sumber lokal (Pringsewu) secara signifikan mengurangi *embodied carbon* dibandingkan material konvensional dan mendukung ekonomi regional.
2. *Design for Disassembly (DfD)* Tercapai: Sistem sambungan *interlocking* memungkinkan perakitan efisien, perbaikan komponen secara individual (*Repair*), dan pembongkaran non-destruktif untuk penggunaan kembali (*Reuse*) di akhir masa pakai, sejalan dengan prinsip inti arsitektur sirkular.
3. Fleksibilitas & Adaptabilitas Tinggi: Sistem *grid modular* 4x4m dan partisi *non-permanen* memungkinkan ruang untuk dikonfigurasi ulang sesuai kebutuhan dinamis komunitas pesisir, mendukung umur panjang bangunan melalui adaptasi fungsi (*Redesign*).
4. Potensi Pemberdayaan Komunitas: Kesederhanaan relatif sistem konstruksi membuka peluang partisipasi lokal dalam pembangunan dan perawatan, menumbuhkan rasa kepemilikan dan mendukung keberlanjutan sosial.
5. Kontektual dan Tektonik: Ekspos struktur bambu laminasi dan sambungannya menciptakan ekspresi arsitektur yang jujur, menampilkan keindahan material lokal, dan memudahkan perawatan.

Kesimpulannya, pendekatan desain ini menawarkan model untuk pengembangan infrastruktur komunitas di kawasan pesisir yang rentan. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal (prinsip sambungan vernakular) dengan inovasi material (bambu laminasi) dan strategi desain sirkular (modularitas, *DfD*), dimungkinkan untuk menciptakan arsitektur yang tidak hanya *resilience* terhadap tantangan lingkungan, tetapi juga berkontribusi aktif terhadap keberlanjutan sosial dan ekonomi komunitas penggunaannya.

Penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk melakukan pengujian empiris terhadap performa struktural (khususnya ketahanan gempa dan angin) dan durabilitas jangka panjang sistem sambungan *interlocking* bambu laminasi di iklim pesisir yang agresif. Evaluasi pasca-huni terhadap kemudahan perawatan dan adaptasi ruang oleh komunitas juga akan memberikan masukan berharga untuk penyempurnaan desain di masa depan.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi S1 Arsitektur Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada dosen pembimbing, Bapak Ir. Ar. Kelik Hendro Basuki, S.T., M.T., dan Ibu Fadhilah Rusmiati, S.T., M.T., atas arahan dan bimbingannya selama proses perancangan dan penulisan.

Daftar Pustaka

- Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017) Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170(1), 15-24.
- Andrew, N., Evans, L. (2009) Approaches and frameworks for management and research in small-scale fisheries in the developing world, *WorldFish Center Working Paper No. 1914*, Penang, Malaysia.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023) *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Tahun 2022*, BPS, Jakarta.
- BPS Lampung. (2023) *Statistik Daerah Kabupaten Tanggamus 2023*, Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung.
- Brand, S. (1994) *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Penguin Books, New York.
- Circular Construction Economy Transition Team. (2021) *Circular Buildings: Strategies and Case Studies*, Netherlands Circular Construction Economy.
- Dinas Kehutanan Lampung. (2023) *Potensi dan Pemanfaatan Bambu di Provinsi Lampung*, Dinas Kehutanan Provinsi Lampung.
- Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Kabupaten Tanggamus. (2018) *Laporan Tahunan Operasional Pelabuhan Perikanan Pantai Kota Agung*, DKP Tanggamus, Tanggamus.
- Dinas Kelautan Lampung. (2022) *Laporan Infrastruktur Perikanan Kabupaten Tanggamus*, Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung.
- Dinas Kelautan Lampung. (2024) *Data Kegiatan dan Fasilitas Komunitas Pesisir*, Dinas Kelautandan Perikanan Provinsi Lampung.
- Ellen MacArthur Foundation (EMF). (2016) *Circular Economy in Cities: A Strategy for the Built Environment*, EMF.
- FAO. (2018) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Guy, B., & Farmer, G. (2001) *Reinterpreting*

- sustainable architecture: The place of technology*, Journal of Architectural Education, 54(3), 140-148.
- INBAR. (2018) *Bamboo and Climate Change Mitigation*, International Bamboo and Rattan Organisation.
- IPCC. (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia. (2019) Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2019 tentang Rencana Induk Pengembangan Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu (SKPT).
- Liese, W., Köhl, M. (2015) *Bamboo: The Plant and its Uses*, Springer.
- McDonough, W., Braungart, M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press.
- Nair, J., Okamitsu, K. (2010) *Microbial inoculants for small-scale composting of putrescible kitchen waste*, Waste Management, 30(6), 977–982.
- Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J., & Marchand, M. (2020) *Increasing flood risk and wetland losses due to sea-level rise: Regional and global analyses*, Global Environmental Change, 9(3), S69-S87.
- Oostra, M. (2020) *Matrix Model for Circular Construction*, dalam Circular Construction Economy.
- Pemerintah Provinsi Lampung. (2018) Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 1 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K).
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017) *Circular economy for the built environment: A research framework*, Journal of Cleaner Production, 143, 710-718.
- Sari, D., & Wibowo, A. (2023) *Kajian Sosial Ekonomi Nelayan Tradisional di Kabupaten Tanggamus*, Jurnal Kelautan dan Perikanan, 15(1), 45-56.
- Sánchez, A., Artola, A., Barrena, R., Font, X. (2020) *Fish waste composting for agricultural use: a review*, Waste and Biomass Valorization, 11(6), 2519–2530.
- Sharma, B., Gatóo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015) *Engineered bamboo for structural applications*, Construction and Building Materials, 81, 66–73.
- Smith, R. E. (2010) *Prefab architecture: A guide to modular design and construction*, John Wiley & Sons.
- UNDP. (2009) *Empowering coastal communities: Participatory coastal resource management in Southeast Asia*, UNDP, Bangkok.
- World Bank. (2013) *Community-based coastal resource management in Indonesia*, The World Bank, Washington, DC.
- Yulianto, F., Santosa, T., & Nugroho, M. (2024) *Analisis Kinerja Tempat Pelelangan Ikan di Kota Agung*, Jurnal Perikanan Indonesia, 20(2), 101-112.
- Zanotto, E. (2022) *The ideology of Design for Disassembly in architectural practice, Sustainability*, 14(5), 2958.
- Zanotto, F. (2022) *Circular Architecture: A Design Ideology*, Actar Publishers.