AKSEN : Journal of Creative Industry 9 (2)
October 2024, 91-109 AKSEN
DOI : 10.37715/aksen.v9i2.5560

P-ISSN : 2477-2593
E-ISSN : 2477 -2607

REDEFINISI PERANCAH: POTENSI ARSITEKTUR TEMPORER PADA KEBERLANJUTAN

Bramasta Putra Redyantanu
Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra
Jl Siwalankerto 121-131 Surabaya

alamat email untuk surat menyurat :bramasta@petra.ac.id
Received: 25 January 2025 **Revised**: 11 March 2025 **Accepted**: 20 March 2025

How to Cite: Redyantanu (2025). REDEFINISI PERANCAH : POTENSI ARSITEKTUR TEMPORER PADA KEBERLANJUTAN. AKSEN: Journal of Design and Creative Industry, 9 (2), halaman 91-109. https: 10.37715/aksen.v9i2.5560

ABSTRACT
This study explores the potential of scaffolding-based temporary architectural design within the framework of sustainable architecture. Traditionally utilized as a temporary structural element to facilitate construction processes, scaffolding has increasingly evolved into a central component in spatial formation across diverse design contexts. Employing a qualitative case study methodology with research about design approach, this research examines architectural typologies in Indonesia that utilize scaffolding as a fundamental element. The selected case studies span various project scales, encompassing both private and public functions and ranging from small to medium-sized developments. The primary aim of this study is to demonstrate how temporary structural elements can be reimagined as core components in spatial formation, presenting possibilities across various architectural applications. The reflections derived from this investigation are articulated as concepts and ideas that showcase how the temporality of architecture and structural elements can enhance sustainability in design. This study underscores the attributes of flexibility, adaptability, efficiency, and temporality in spaces and buildings formed through scaffolding-based designs. The findings reveal that innovative and creative applications of temporary structural elements as spatial formers hold considerable potential to advance sustainability in architectural discourse. The multifunctionality of such elements paves the way for more exploratory and unconventional design approaches. Additionally, this research highlights that scaffolding, when applied as a primary architectural element, can align with sustainability principles by enabling the creation of efficient, temporary spaces that are both adaptable and flexible. As a result, this study provides valuable insights for practitioners and academics seeking to develop innovative and sustainable approaches in architectural design.

Keywords: *Design, scaffolding, sustainability, structure, temporary*

ABSTRAK
Penelitian ini mengeksplorasi potensi desain arsitektur temporer berbasis elemen perancah dalam konteks arsitektur berkelanjutan. Perancah, yang secara tradisional berfungsi sebagai elemen struktur sementara untuk mendukung proses konstruksi, kini telah berkembang menjadi komponen utama dalam pembentukan ruang pada berbagai kasus desain. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif berbasis studi kasus dengan pendekatan riset tentang desain, untuk mengidentifikasi dan menganalisis tipologi arsitektur di Indonesia yang memanfaatkan perancah sebagai elemen utama. Studi kasus mencakup berbagai skala proyek, mulai dari fungsi privat hingga publik, serta dari skala kecil hingga menengah. Tujuan utama penelitian ini adalah mendemonstrasikan bagaimana elemen struktur sementara dapat bertransformasi menjadi komponen utama dalam pembentukan ruang, membuka beragam kemungkinan aplikasi arsitektural. Temuan penelitian ini disajikan dalam bentuk konsep dan gagasan yang menunjukkan bagaimana keberlanjutan dapat dioptimalkan melalui kesementaraan elemen arsitektur dan struktur. Penelitian ini menyoroti atribut fleksibilitas, adaptabilitas, efisiensi, serta temporalitas dalam desain ruang dan bangunan berbasis perancah. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa inovasi dalam penggunaan elemen struktur sementara sebagai pembentuk ruang memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan dalam wacana desain arsitektur. Multifungsi elemen tersebut memungkinkan pendekatan desain yang lebih eksploratif dan nonkonvensional. Lebih lanjut, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan perancah sebagai elemen utama dalam arsitektur dapat berkontribusi pada penerapan prinsip keberlanjutan melalui penciptaan ruang temporer yang efisien, adaptif, dan fleksibel. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan berupa wawasan baru bagi praktisi dan akademisi dalam mengembangkan pendekatan desain arsitektur yang inovatif dan berorientasi pada keberlanjutan.

Kata Kunci: *Desain, keberlanjutan, perancah, struktur, temporer*

PENDAHULUAN

Design for Dissasembly (DfD) promotes modularity and prefabrication, as well as simplifed and standardized methods for constructing buildings that allow for easy deconstruction ' (Wallance, 2021, p. 184). Gagasan tersebut menekankan kemungkinan ekspansi arsitektur dari kacamata modularitas, sebagai sesuatu yang mungkin untuk dibongkar pasang sebagai bentuk fleksibilitas.

Studi ini bertujuan untuk merefleksikan perancangan arsitektur yang menggunakan elemen perancah, sebagai kemungkinan potensi dalam mendukung perancangan berbasis keberlanjutan. Perancah atau *scaffolding*, merupakan elemen struktur pendukung untuk proses konstruksi dalam arsitektur. Namun, eksplorasi dan potensinya justru lebih dari sekedar pendukung. Potensi perancah hadir justru sebagai elemen atau material utama dalam perancangan arsitektur sebagai sebuah bangunan (Suharyani & Fathonah, 2019). Eksplorasi beragam kasus yang menggunakan perancah, menjadi sebuah potensi reflektif untuk pengetahuan dan kemungkinan arsitektur yang berbeda.

Arsitektur dan industri berkaitan sangat erat. Pada era modern, kemajuan industri membawa arsitektur pada konteks keseragaman. Berbagai elemen dalam mewujudkan karya arsitektur, bersumber pada elemen industri konstruksi yang modular. Arsitektur menjadi sebuah produk dengan standarisasi yang seragam (Combes & Bellomio, 1999). Fase ini mengubah pandangan arsitektur sebelumnya, yang cenderung lebih erat dengan karya seni yang spesifik. Industrialisasi arsitektur (Cohen, 2018), berkembang hingga saat ini melalui beragam teknologi dan kemajuan material. Walaupun sudah melewati masa pasca-modern, namun efisiensi dan efektivitas menjadi gagasan utama, di mana keterkaitan arsitektur dan industri tidak bisa dilepaskan begitu saja.

Arsitektur bongkar pasang, menjadi sebuah ide untuk mewujudkan bangunan secara temporer dan cepat, serta efisien (Yatmo et al., 2020). Konstruksi yang cepat dan kering, berdampak pada biaya yang bisa ditekan, serta bergantung pada beragam komponen berbasis industri sebelumnya (Silva, 2020).

Usia pakai bangunan menjadi lebih pendek, namun hadir juga dengan kemungkinan untuk direkonstruksi ulang pada beragam konteks yang berbeda. Kemudahan untuk dekonstruksi, rekonstruksi kembali, membuat arsitektur modular menjadi salah satu acuan untuk masa mendatang (Wallance, 2021). Potensi terbesar adalah bahwa arsitektur modular, bisa beradaptasi dengan fleksibilitasnya, mengakomodasi beragam jenis kebutuhan ruang secara modular (Hayati & Kusnaedi, 2024).

Hal ini termasuk karakter dari perancah, di mana modularitasnya memungkinkan beragam kombinasi dan konfigurasi pada berbagai skala dan kompleksitas. Selain pada kemungkinan bongkar pasang dan modular, arsitektur perancah yang berbasis industri memiliki karakter yang spesifik. Produksi masal, ukuran terstandar, merupakan berbagai karakter yang secara tidak langsung dapat merespons krisis dalam dunia kita saat ini (Wallance, 2021).

Keterbatasan lahan, biaya, sumber daya, menjadi tantangan untuk direspons oleh arsitektur secara kreatif. Konteks keberlanjutan dalam arsitektur tidak hanya untuk bisa hadir dalam usia yang panjang, namun justru usia - usia pendek yang memungkinkan arsitektur untuk dibongkar dan dikonstruksi ulang dalam beragam variasi konfigurasi dan bentuk. Sehingga arsitektur bukan produk permanen, melainkan produk temporer yang dapat merespons berbagai potensi keberlanjutan, mencakup tapak, komunitas, kesehatan, material dan energi (Sassi, 2006). Riset tentang perancah sudah cukup banyak ditemukan. Sebagian besar riset berfokus pada efektivitas perancah pada proses konstruksi (Mamahit et al., 2023; Rafik & Cahyani, 2018; Respati et al., 2023), serta analisis kekuatan elemen ini sebagai alat dukung keselamatan (Andu, 2019; Yasin, 2020). Namun, belum cukup banyak refleksi berbasis inovasi rancangan yang mengeksplorasi peran perancah di luar alat bantu konstruksi, terutama sebagai elemen dari perancangan utama dalam arsitektur. Studi ini bertujuan merefleksikan gagasan temporalitas sebagai potensi arsitektur berkelanjutan, setidaknya melalui tiga kasus yang berbeda dari segi fungsi dan skala pada perancangan dengan aplikasi elemen perancah.

METODE

Studi kualitatif merupakan riset dengan pembacaan fenomena untuk mencapai refleksi dan interpretasi pengetahuan yang spesifik (Groat & Wang, 2013; Lucas, 2016). Dalam konteks arsitektur, memahami kasus perancangan, atau riset tentang desain (Till, 2012; Verbeke, 2013), mencoba memosisikan desain sebagai sumber dari pengetahuan. Proses konstruksi, pemrograman, metode perancangan dan *output* hasil desain, menjadi objek studi yang kompleks, namun juga hadir dengan beragam potensi pengetahuan perancangan. Secara spesifik, perancang sendiri adalah periset, apabila memosisikan rancangannya sebagai sesuatu yang ilmiah, melalui proses yang bisa dipertanggungjawabkan dan layak untuk dipublikasikan kembali.

Studi ini berangkat dari gagasan refleksi dalam praktik (Scho□n, 1983), di mana pengetahuan didapatkan justru dari merefleksikan proses dan hasil perancangan. Refleksi dari proses dan hasil diharapkan mampu memperluas pemahaman, terutama tentang perancah, yang selama ini

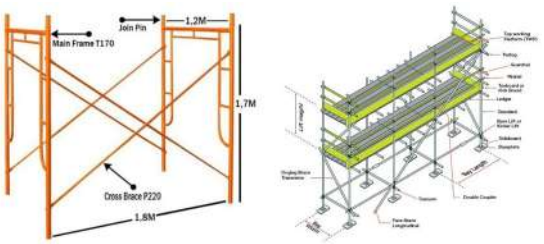
diposisikan umum sebagai pendukung struktur dalam konstruksi sementara. Kriteria dari pemilihan objek didasarkan pada desain yang sudah terbangun dan terpublikasi (untuk menjamin keandalan), mencakup skala yang berbeda (kecil sampai menengah), serta pada pemrograman arsitektur yang berbeda beda (publik privat, permanen temporer). Riset memilih tiga objek studi berdasarkan kriteria tersebut, yaitu paviliun pameran, bangunan publik dan bangunan residensial. Hal ini dilakukan untuk keterwakilan tipe dalam arsitektur, pada beragam skala (kecil-besar), fungsi (publik-privat) dan karakter spasialnya (temporer-semipermanen). Data didapatkan melalui observasi literatur pada beragam sumber.

Secara spesifik, data didapatkan dari pencarian pada laman daring, dengan kata kunci arsitektur dan perancah atau *scaffolding.* Data berupa gambar dan foto, kemudian ditata secara kolase dan katalog, untuk mencapai sebuah pemahaman tertentu. Proses kurasi foto dan penyusunannya, termasuk dalam kegiatan riset yang bersifat analitis (Persohn, 2021). Katalog kolase disusun dengan kombinasi antara gambar teknis dan foto dokumentasi atau ilustrasi perancangan. Tujuannya adalah analisis demonstrasi elemen perancah, dalam konteks teknis aplikasi, serta ilustrasi spasial yang mampu dikonstruksi darinya.
Tiga karya yang dipilih adalah karya pada lokasi Indonesia, mencakup karya dari AT-LARS (paviliun pameran dan fungsi publik) serta Studio Akanoma (fungsi hunian) yang dalam deskripsinya secara aktif menggunakan perancah sebagai material arsitekturnya. Batasan lokasi di Indonesia, untuk melihat secara spesifik, kemungkinan yang dapat menjadi inspirasi bagi perancangan lanjutan di Indonesia. Studi kasus di luar negeri dengan perancah cukup banyak, namun perbedaan konteks membuat refleksi pengetahuan diakhir mungkin menjadi kurang spesifik. Refleksi pada bagian akhir dikaitkan dengan isu dan fenomena keberlanjutan, di mana penggunaan perancah berpotensi berkontribusi pada eksplorasi dan ekspansi bentuk arsitektur yang spesifik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancah dalam Diskusi Modularitas dan Temporalitas

Perancah adalah elemen struktural sementara, yang berbentuk kerangka besi yang bisa dibongkar pasang dan dikonfigurasikan sesuai kebutuhan tertentu. Elemennya terdiri dari kerangka utama, pengaku diagonal serta konektor sebagai penghubung di antaranya (Gusthia, 2024). Gambar 1 menunjukkan satuan elemen perancah yang umum digunakan dalam kegiatan konstruksi.



Gambar 1. Konfigurasi umum dari elemen perancah
Sumber: diolah dari (Gusthia, 2024)

Perancah dapat digunakan sebagai material dalam arsitektur (Suharyani & Fathonah, 2019). Pada dasarnya, arsitektur adalah sebuah bagian, terangkai melalui sistem, dalam kompleksitas kombinasi (Alexander, 1977). Bagian dalam arsitektur, tidak hanya merupakan bagian yang terpisah, namun organisasinya membuat bagian - bagian ini pada titik tertentu menjadi sebuah komponen dengan standar khusus (Arisya & Suryantini, 2021). Perancah sebagai elemen struktur, memenuhi kaidah kekakuan dan kekuatan, sehingga sangat potensial untuk diposisikan sebagai komponen penyusun ruang dalam perancangan arsitektur. Perancah bertransformasi dari elemen temporer, ke kemungkinan elemen arsitektur struktural. Elemen struktur pada arsitektur perancah bukan hanya sebagai pemberi kekakuan, namun justru hadir sebagai pembentuk utama dari ruang dan pengalamannya.

Esensi utama dari perancah adalah elemen modular. Satuan terkecil dari rangka tersebut, dapat diduplikasi menjadi konfigurasi kompleks pada skala yang lebih besar. Fleksibilitasnya juga teruji sebagai sebuah elemen pendukung proses konstruksi. Dalam kasus pendekatan perancangan berbasis pola (Plowright, 2014), esensi utamanya adalah penyesuaian pola tersebut terhadap beragam konteks dan kondisi. Hal ini sejalan dengan pergerakan arsitektur modern berbasis industri (Cohen, 2018), yang bergerak menjadi arsitektur modular sebagai arsitektur produk yang spesifik (Lehtonen, 2007). Standarisasi tercapai secara tidak langsung (Combes & Bellomio, 1999), dari satuan perancah yang memang cenderung homogen sebagai elemen ruang. Modular sebagai sistem bangunan mencakup elemen, rangkaian, dan keberlanjutan (Smith, 2010). Keberlanjutan di-sini adalah pada posisi kemungkinan terkonfigurasi terus menerus, sebagai bentuk fleksibilitas dan adaptabilitas terhadap beragam konteks spasial yang dibutuhkan.

Modul tidak hanya berarti seragam dan berlipat. Modul dalam arsitektur juga berarti materialistis, di mana material tidak sebatas penyusun, namun justru elemen utama dalam arsitektur (Dharmawan & Alviano, 2019; Frampton, 2001). Materialistis modul menjadi kunci bagaimana sebuah ruang dan bangunan secara khusus, mampu hadir dalam karakter dan pengalaman tertentu. Karakter kuat ini justru dicapai dengan sesuatu yang terkunci secara ukuran, namun punya kedinamisan konfigurasi yang beragam. Kreasi desain justru ditantang untuk dapat menghadirkan kedinamisan, menantang kekakuan dari elemen satuannya (Sosa et al., 2022). Kreasi konfigurasi yang beragam mengindikasikan variasi ruang yang juga bisa beragam, dan dengan kondisi karakter bongkar pasangnya, membuat elemen perancah sebagai sebuah potensi dalam keberlanjutan arsitektur.

Temporalitas atau kesementaraan akan beririsan dengan kondisi bongkar pasang tersebut. Tempo-ralitas dalam arsitektur bisa berarti multipengguna, pada multiwaktu, dengan multikonfigurasi ruang

yang dapat berubah ubah (Damayanti & Redyantanu, 2022; Redyantanu & Damayanti, 2017). Fungsi yang tereduksi menjadi sangat sederhana, memungkinkan untuk sebuah ruang hadir sebagai unit kecil yang mampu bertransformasi secara terus menerus (Prayitno, 2018). Posisi perancah di sini adalah sebagai sebuah potensi perwujudan arsitektur temporer, yang dapat hadir dengan sekian variasi konfigurasi (multiruang), untuk mengakomodasi beragam kebutuhan pengguna (multipengguna) pada berbagai kesempatan di waktu yang berbeda beda (multiwaktu). Karakter utama dari temporalitas adalah respons kondisi statis sebagai sesuatu yang dinamis. Arsitektur temporer memainkan peran penting dalam menangani isu keberlanjutan dengan memanfaatkan bahan yang dapat disesuaikan dan digunakan kembali, seperti elemen perancah, untuk meminimalkan dampak lingkungan. Struktur-struktur ini dapat dirakit dan dibongkar dengan cepat, mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Dengan mengintegrasikan praktik berkelanjutan, arsitektur temporer tidak hanya memenuhi kebutuhan ruang sementara tetapi juga berkontribusi pada tujuan lingkungan jangka panjang. Pendekatan ini menunjukkan bagaimana desain inovatif dapat selaras dengan pertimbangan ekologis, mendorong lingkungan binaan yang lebih berkelanjutan.

Arsitektur berkelanjutan dalam konteks tapak, komunitas, material, dan energi memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan binaan yang lebih baik (Sassi, 2006). Dalam konteks tapak, arsitektur temporer berbasis elemen perancah memungkinkan adaptasi cepat terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan komunitas setempat, sehingga meningkatkan keterlibatan dan kesejahteraan masyarakat. Dari segi kesehatan, penggunaan material yang dapat didaur ulang dan ramah lingkungan mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Efisiensi energi dicapai melalui desain yang memaksimalkan penggunaan cahaya alami dan ventilasi, pembangunan yang cepat (Yatmo et al., 2020) serta integrasi sistem energi terbarukan (Lee et al., 2015). Material perancah yang fleksibel dan dapat digunakan kembali tidak hanya mengurangi limbah konstruksi tetapi juga menghemat sumber daya alam (Silva, 2020). Dengan demikian, arsitektur temporer berbasis elemen perancah menawarkan solusi yang efektif dan efisien untuk tantangan keberlanjutan di berbagai konteks (Smith, 2010).

Studi ini mencoba merefleksikan gagasan keberlanjutan dalam temporalitas, dengan perancah sebagai potensi perancangan utamanya. Tiga kasus direfleksikan pada karakter tipe arsitektur yang berbeda beda, dari publik hingga privat, skala besar dan kecil, serta fungsi temporer dan semi permanen. Tipe arsitektur yang dipilih adalah instalasi paviliun, fasilitas publik serta hunian privat. Hasil refleksi dari studi kasus ini diharapkan mampu menjadi pengayaan pengetahuan arsitektur berbasis perancah, sebagai bagian dari upaya mencapai arsitektur temporer yang berkelanjutan.

Gambar 2. Struktur perancah sebagai bidang pamer yang dinamis, cepat dan fleksibel
Sumber: diolah dari (Nasir, 2022)

Perancah pada Desain Spasial Instalasi

Kasus studi pertama adalah sebuah instalasi karya AT-LARS pada tahun 2022 yang berjudul *Under Our Hill* (Nasir, 2022). Proyek ini merupakan sebuah instalasi yang berfokus menampilkan isu tentang persampahan pada lokasi Bantar Gebang. Tujuannya adalah memberikan kesadaran dan pemahaman melalui pengalaman visual dan spasial. Tujuan lainnya adalah membuka kemungkinan positif, serta dikursus akademis ilmiah yang bisa terjadi terhadap kondisi persampahan yang cenderung diabaikan oleh masyarakat Jakarta.

Instalasi paviliun seni ini menggunakan perancah sebagai basis struktur utamanya. Pewarnaan perancah dengan warna hitam gelap, bertujuan untuk mengekspos lapisan atap yang menjadi representasi tumpukan bukit sampah itu sendiri. Permukaan warna - warni bersumber dari sampah plastik yang dijahit menjadi satu kesatuan. Pengalaman pengunjung, dibuat seolah berada di dalam tumpukan sampah itu sendiri. Dengan ketinggian instalasi mencapai 4 meter, instalasi ini merepresentasikan skala 1:10 dibandingkan dengan bukit sampah asli di Bantar Gebang.

Untuk memperkuat kesadaran tentang sampah, temporalitas menjadi pendekatan utama perancangan paviliun instalasi ini. Hal ini sejalan dengan prinsip keberlanjutan yang dapat mengurangi krisis dari sampah,

terutama dari aspek konstruksi ruang (Sassi, 2006; Wallance, 2021). Struktur *scaffolding* berperan sekaligus sebagai pembentuk ruang naungan di bawah bukit sampah. AT-LARS sendiri termasuk biro yang cukup gencar mengaktivasi perancah menjadi basis utama dari karya arsitekturnya.

Pertimbangan utama penggunaan perancah adalah karena fleksibilitasnya, kecepatan konstruksi serta ketersediaan elemen ini yang mudah sekali didapatkan. Hasil dari konfigurasi berupa *grid* tiga dimensi yang bekerja sebagai sebuah bingkai kosong untuk mewujudkan geometri vektor dari permukaan plastik sebagai representasi sampah itu sendiri.

Partisipasi dilakukan dengan menyertakan warga bantar gebang sebagai perajut media plastik utama. Rajutan tersebut mentransformasi plastik warna - warni menjadi bidang besar yang memberi kesan bukit utama. Rangkaian plastik dan rangka perancah dipadukan secara dinamis dari aspek ketinggian, senatural mungkin seperti tumpukan sampah pada umumnya.

Hasilnya berupa sebuah naungan atap dinamis yang menutupi seluruh area pameran secara aktif. Narasi yang dibawa adalah problem harian kita yang acuh terhadap sampah, memberikan pengalaman bagi pengunjung untuk merefleksikan, bahkan berinteraksi dengan produk dari sampah itu sendiri.

Ruang pameran *grid* perancah dibagi ke dalam beberapa area pengalaman, di mana ada informasi mengenai bagaimana sampah didaur ulang. Pengunjung diberikan kursi dan meja, di mana produk - produk daur ulang sampah dipamerkan proses pembuatannya. Struktur perancah memungkinkan tercapainya skala 1:10 yang diharapkan, dengan bantuan figur kecil untuk merepresentasikan betapa masifnya tumpukan sampah kita selama ini di Bantar Gebang. *Under Our Hill* bukan sekedar instalasi perancah, melainkan sebuah panggung perancah (Combes & Bellomio, 1999; Lehtonen, 2007) yang memberikan pengalaman pengunjung sebagai aktor, yang dapat merefleksikan bagaimana dampak keseharian kita bagi lingkungan.

Perancah memang sebuah struktur sementara pada proyek ini, namun bukan untuk mendukung konstruksi utama, namun justru konfigurasi komponen utuh (Arisya & Suryantini, 2021) yang diwujudkan darinya. Nilai lebih dari konstruksi ini adalah bagaimana sebuah ruang dinamis bisa diwujudkan hanya dari material yang sederhana, yang sekaligus menjadi representasi dari kesadaran akan persampahan kita. Kolase katalog Gambar 2 menunjukkan bagaimana *Under Our Hill* memanfaatkan perancah sebagai basis utama struktur paviliun instalasi.

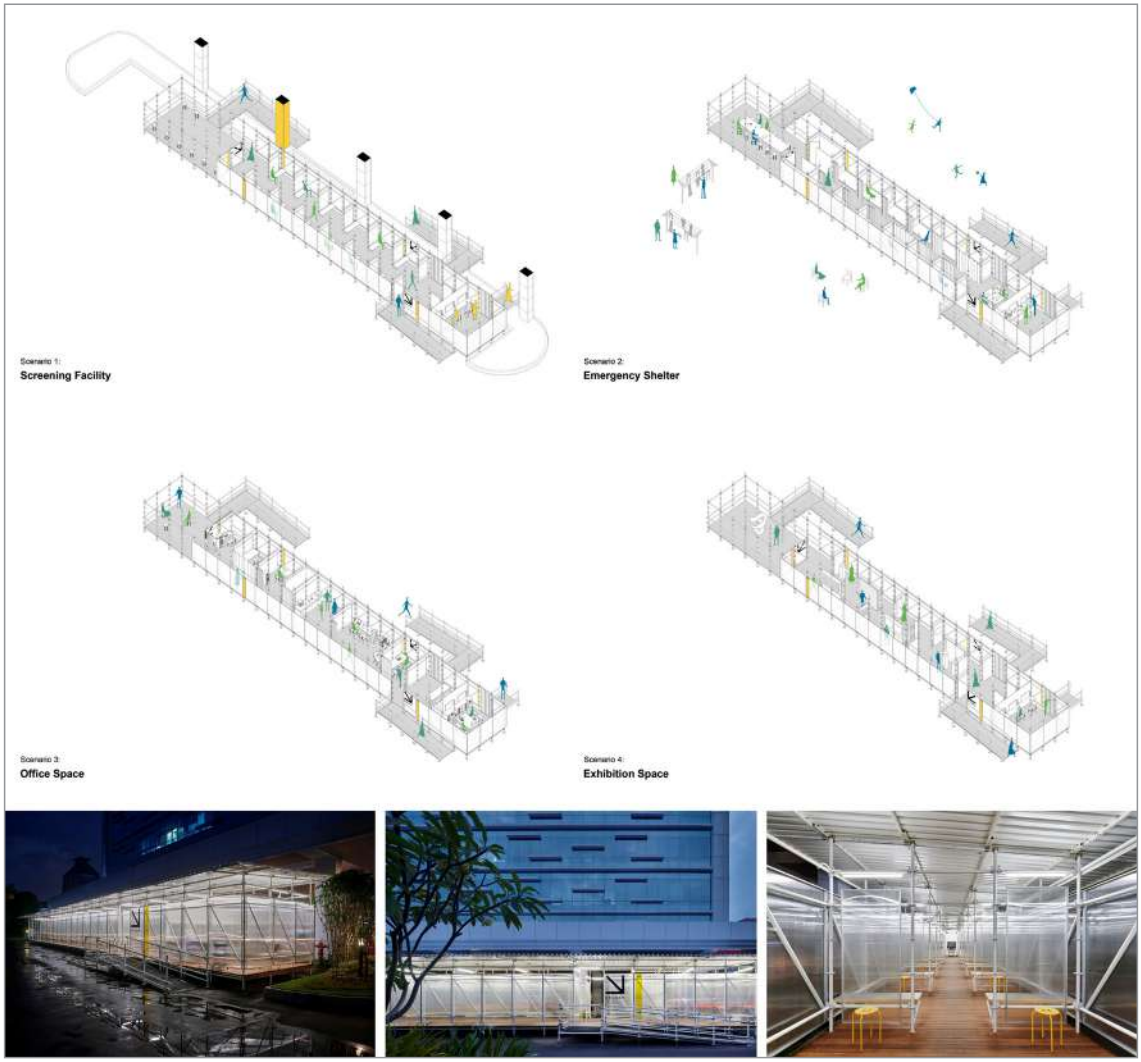
Perancah pada Desain Spasial Publik

Kasus studi kedua adalah sebuah fasilitas publik berupa skrining Covid-19 pada Rumah Sakit St Carolus oleh AT-LARS (Abdel, 2020). Tujuan utama dari fasilitas ini adalah sebagai spasial tambahan yang berada tepat di depan rumah sakit utama. Dibangun pada tahun 2020, fasilitas ini merupakan respons terhadap pandemi Covid-19.

Kriteria dari fasilitas ini tentunya sebuah paviliun skrining yang harus cepat dikonstruksi, dapat diekspansi dan dikecilkan sesuai kebutuhan, serta adaptif pada berbagai skenario kondisi di masa berikutnya. Kondisi pandemi adalah kondisi sementara yang saat itu belum diketahui waktu pakainya. Tujuan utama adalah memberikan dukungan kepada rumah sakit sebagai fasilitas utama, agar penyebaran virus tidak meluas dan dapat diisolasi pada fasilitas spasial terpisah dan khusus.

Teknologi konstruksi sederhana menjadi basis dari perancangan fasilitas ini. Struktur yang ringan, namun fleksibel dan adaptif, menjadi alasan penggunaan perancah sebagai basis spasialnya, Struktur besi perancah merupakan struktur yang durabel, dapat digunakan kembali di masa mendatang serta punya daya mobilitas yang tinggi. Keuntungan lain dari penggunaan perancah adalah kemampuannya disesuaikan terhadap beragam fungsi lain di luar fasilitas skrining ini, atau sebuah produk mutlifungsi (Arisya & Suryantini, 2021; Smith, 2010; Wallance, 2021). Lokasinya berada pada fasilitas parkir, dengan panjang ruangan mencapai 32 meter dengan modul standar perancah. Bagian bawah sedikit diangkat untuk memberikan kesan aman, serta akses yang dilengkapi dengan *ramp* untuk disabilitas. Bagian masuk dan keluar dipisah, dengan akses keluar yang juga terpisah sesuai hasil skrining, menuju ke area rumah sakit utama.

Struktur perancah digunakan dan dikonstruksi dalam jangka waktu hanya dua pekan, menghasilkan kurang lebih luasan 140m2 arsitektur semi permanen berbasis perancah. Kayu bengkirai modular digunakan sebagai lantai, serta material polikarbonat semi transparan sebagai partisi di antara ruang ruangnya. PVC berperan sebagai atap yang dapat mengurangi panas untuk konteks bangunan tropis. Konfigurasi atap dibuat memiliki lebihan agar dapat merespons tempias air hujan dengan baik, serta reduksi panas dari matahari terhadap dinding polikarbonat. Polikarbonat sendiri digunakan karena ringan, serta memberi kesan transparan antara luar dan dalam. Cahaya alami diharapkan mampu mencapai keseluruhan bangunan, sehingga mengurangi penggunaan energi lampu. Komposisi ini dibuat semi terbuka untuk memudahkan terjadi pertukaran ventilasi udara alami.



Gambar 3. Temporalitas dalam fleksibilitas skenario fungsi pada arsitektur berbasis perancah
Sumber: diolah dari (Abdel, 2020)

Secara umum, struktur perancah digunakan memang sebagai struktur sementara, sebagai respons konteks Covid-19 yang saat itu tidak memiliki kejelasan waktu. Namun, sebagai struktur sementara, peran perancah bukan sebagai struktur pendukung, namun struktur utama. Dikombinasikan dengan material modular seperti lantai kayu, atap PVC dan partisi polikarbonat, membuat ketahanan yang baik serta disaat bersamaan hadir dengan kemungkinan terkonfigurasi di masa mendatang (Arisya & Suryantini, 2021; Sosa et al., 2022; Wallance, 2021). Perancang membuat sekian skenario dengan asumsi fasilitas ini tidak lagi dibutuhkan di masa mendatang. Kantor, pameran, fasilitas kebencanaan merupakan sekian kemungkinan yang hadir, yang mer-

espons aspek keberlanjutan dari rancangan ini (Damayanti & Redyantanu, 2022; Sassi, 2006). Kolase katalog gambar 3 menunjukkan bagaimana fasilitas ini merespons temporalita sebagai kemungkinan variasi di masa mendatang, berbasis struktur perancah.

Perancah pada Desain Spasial Hunian

Kasus studi ketiga adalah sebuah hunian bertema Rumah Besi Putih karya studi Akanoma di Bandung (Akanoma, 2021). Hunian di Indonesia memiliki berbagai fenomena dan isu. Salah satunya adalah keterbatasan lahan dan biaya, sehingga sering kali didengar istilah Rumah Tumbuh. Konsep rumah tumbuh merupakan solusi arsitektural yang memungkinkan pembangunan hunian secara bertahap, menyesuaikan dengan keterbatasan biaya dan lahan. Pendekatan ini memungkinkan pemilik rumah untuk memulai dengan struktur dasar yang dapat diperluas seiring waktu, baik secara horizontal maupun vertikal. Dengan demikian, rumah dapat berevolusi sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan finansial penghuninya (Dharmawan & Alviano, 2019; Sassi, 2006).

Perencanaan yang matang sejak awal sangat penting untuk memastikan kekuatan struktur yang memadai untuk pengembangan di masa depan. Selain memberikan fleksibilitas dalam desain, rumah tumbuh juga meningkatkan nilai properti seiring dengan pertumbuhan dan perubahan kebutuhan keluarga.

Gambar 4. Rumah tumbuh dengan perancah sebagai elemen struktur fleksibel dan adaptif
Sumber: diolah dari (Akanoma, 2021)

Secara spesifik, perancang memilih perancah sebagai struktur utama, karena proses instalasi yang praktis dan hemat sebagai respons rumah tumbuh dengan keterbatasannya. Fasad menjadi elemen bangunan utama yang menjadi permainan dari strategi ini. Struktur perancah dikombinasikan dengan kombinasi pipa besi sehingga menampilkan kesan sederhana dan ringan. Selain itu kesan tumbuh dapat direspon dengan baik, sesuai dengan kemampuan pengguna di masa mendatang. Kondisi ini membuat rumah terkesan setengah jadi, yang memungkinkan beragam ekspansi dan terkonfigurasi di masa mendatang. Perancah dengan fleksibilitas konfigurasi dan rangkaiannya, menjadi solusi alternatif yang sejalan dengan konsep rancangan dari rumah tumbuh ini, rumah sebagai produk (Dharmawan & Alviano, 2019; Wallance, 2021). Kolase katalog gambar 4 menunjukkan konfigurasi perancah sebagai respons rancangan rumah tumbuh.

Pada bagian pemrograman, perancah memungkinkan untuk perwujudan kesan ruang setengah terbuka di area samping rumah. Area ini kemudian menyatu dengan taman depan dan belakang, dengan fungsi bersantai. Ruang duduk ini terhubung juga dengan konsep warung yang disajikan pada bagian sisi rumah, dengan konfigurasi meja lipat. Kombinasi ini dapat dicapai dengan kolaborasi program luar dalam yang padu. Selain itu dukungan konfigurasi struktur pendukung sebagai struktur utama, mempercepat proses konstruksi ruang setengah terbuka ini, yang juga memungkinkan terkonfigurasinya di masa mendatang untuk perkembangan kebutuhan ruang lanjutan lainnya.

Jika ditelisik lebih lanjut, modul ruangan menggunakan standar satuan perancah (Suharyani & Fathonah, 2019). Ruang - ruang hunian tidak terlalu besar, namun hadir dengan kecukupan yang dinamis. Kombinasi antara material non permanen seperti perancah, polikarbonat, PVC, dan material permanen seperti bata dan beton, menjadikan hunian ini memiliki kombinasi antara kekuatan dan fleksibilitas ekspansi yang dinamis. Hunian tidak harus sepenuhnya tertutup, tidak harus sepenuhnya selesai, namun justru bisa merespons kemampuan penghuni di masa saat ini. Arsitektur bertahap hadir melengkapi konsep penggunaan perancah, di mana fleksibilitas dan adaptabilitas perkembangan kebutuhan terespons dengan baik pada rancangan ini.

Perancah sebagai Potensi Desain Arsitektur Berkelanjutan

Sebagai refleksi dari keseluruhan studi kasus penerapan perancah sebagai struktur utama yang membentuk arsitektur, berikut empat gagasan (fleksibilitas, adaptabilitas, efisiensi, temporalitas) yang diajukan sebagai pengetahuan berbasis perancangannya terkait aspek keberlanjutan. Aspek keberlanjutan dalam arsitektur mencakup aspek tapak, pemberdayaan komunitas, pencapaian

kesehatan, efisiensi material dan penggunaan energi (Sassi, 2006; Wallance, 2021). Dari aspek tapak, penghematan bisa dilakukan karena tapak bersifat temporer, bisa mengakomodasi kebutuhan beragam tanpa pembongkaran yang kompleks. Pemberdayaan komunitas terlihat melalui studi, bisa dicapai untuk membangun kesadaran, ataupun keterlibatan calon penghuni dalam modifikasi ruang mereka. Ruang sehat bisa dicapai melalui konfigurasi perancah yang mengakomodasi cahaya dan udara alami. Efisiensi material dan energi dicapai dengan kesederhanaan material, kemudahan dibongkar dan digunakan kembali, serta waktu konstruksi yang relatif singkat dan hemat dari segi biaya. Diagram gambar 5 menunjukkan pemetaan dari studi kasus terhadap aspek keberlanjutan.

Fleksibilitas Perancah: Rekonfigurasi Ruang

Aspek pertama adalah fleksibilitas terkait multiprogram dan aktivitas yang bisa direspons oleh arsitektur berbasis perancah sebagai pembentuk ruangnya. Arsitektur perancah menawarkan fleksibilitas ruang yang luar biasa, memungkinkan adaptasi terhadap berbagai program dan kebutuhan pengguna (Redyantanu & Damayanti, 2017).

	Instalasi Under Our Hill (2022) AT-LARS	Paviliun St Carolus (2020) AT-LARS	Hunian Rumah Besi (2021) Studio Akanoma
Fleksibilitas *Program*	Multi pengalaman dalam satu modul	Multi aktivitas dalam satu modul	Multi fungsi dalam satu modul
Adaptabilitas *Konfigurasi*	Multi konfigurasi dalam satu pameran	Multi konfigurasi untuk berbagai kemungkinan lain	Multi tahap yang memungkinkan rumah tumbuh
Efisiensi *Material*	Perancah struktur Atap membran	Perancah struktur Lantai kayu Partisi polikarbonat Atap pvc	Perancah struktur Dinding bata polikarbonat Lantai beton Atap pvc
Temporalitas *Konteks*	Pameran dengan waktu terbatas	Fasilitas kesehatan dengan waktu tidak tentu	Rumah dengan kemungkinan rekonfigurasi di masa mendatang

Gambar 5. Diagram reflektif dari studi kasus terkait potensi arsitektur perancah
Sumber: Penulis

Fleksibilitas ini memungkinkan ruang untuk diubah sesuai dengan fungsi yang berbeda, seperti ruang kerja, tempat tinggal, atau area rekreasi, tanpa memerlukan perubahan struktural yang signifikan. Dengan demikian, arsitektur perancah dapat mengakomodasi berbagai aktivitas dan kebutuhan pengguna yang beragam. Selain itu, fleksibilitas ini mendukung keberlanjutan dengan meminimalkan limbah konstruksi dan memperpanjang umur bangunan melalui adaptasi fungsional.

Penggunaan material perancah yang dapat didaur ulang juga berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien. Dengan demikian, arsitektur perancah tidak hanya menawarkan solusi desain yang adaptif tetapi juga mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pembangunan, terutama respons terhadap tapak yang fleksibel, unsur efisiensi material dan energi yang dibutuhkan untuk konstruksinya.

Adaptabilitas Perancah: Multikonfigurasi

Aspek kedua adalah adaptabilitas terkait multikonfigurasi dan terkonfigurasi yang dapat dicapai dari sebuah rancangan berbasis perancah. Arsitektur perancah menawarkan tingkat adaptabilitas yang tinggi terhadap berbagai konfigurasi fungsi di masa mendatang (Arisya & Suryantini, 2021; Wallance, 2021). Kemampuan ini memungkinkan bangunan untuk bertransformasi sesuai dengan kebutuhan yang berubah, seperti dari ruang komersial menjadi ruang hunian atau sebaliknya, tanpa memerlukan renovasi besar-besaran. Adaptabilitas ini mendukung prinsip keberlanjutan dengan mengurangi limbah konstruksi dan memperpanjang umur bangunan melalui penggunaan kembali struktur yang ada. Selain itu, penggunaan material perancah yang dapat didaur ulang berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien. Dengan demikian, arsitektur perancah tidak hanya menawarkan solusi desain yang fleksibel tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan dengan meminimalkan dampak lingkungan. Pendekatan ini memastikan bahwa bangunan dapat terus berfungsi secara optimal dalam berbagai konteks dan kebutuhan di masa depan.

Efisiensi Perancah: Reduksi Elemen

Aspek ketiga adalah efisiensi terkait arsitektur perancah yang cenderung menggunakan material sederhana, melalui konstruksi kering, sehingga memudahkan pembongkaran di masa mendatang serta waktu konstruksi yang singkat dan hemat biaya. Arsitektur perancah yang dikonstruksi dengan material sederhana dan tidak memerlukan konstruksi basah menawarkan solusi yang efisien dan ramah lingkungan (Sassi, 2006; Smith, 2010; Wallance, 2021). Penggunaan material sederhana seperti polikarbonat, atap lembaran PVC, kayu modular yang dapat dirakit tanpa beton atau mortar mengurangi

dampak lingkungan dari proses konstruksi. Selain itu, sifat material yang dapat digunakan kembali memungkinkan struktur perancah untuk dibongkar dan dipasang kembali di lokasi lain, sehingga secara signifikan mengurangi limbah konstruksi. Pendekatan ini mendukung prinsip arsitektur berkelanjutan dengan meminimalkan penggunaan sumber daya alam dan mengurangi emisi karbon. Dengan demikian, arsitektur perancah tidak hanya menawarkan fleksibilitas dan efisiensi dalam desain, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan melalui praktik konstruksi yang lebih bersih dan hemat sumber daya. Hal ini memastikan bahwa bangunan dapat beradaptasi dengan kebutuhan masa depan tanpa mengorbankan keseimbangan ekologi.

Temporalitas Perancah: Variabilitas Konteks

Aspek terakhir adalah temporalitas, terutama konfigurasi multivariasi dari arsitektur perancah. Arsitektur perancah menonjol dalam aspek temporalitas, memungkinkan respons yang cepat dan adaptif terhadap berbagai konteks. Konfigurasinya yang fleksibel memungkinkan penggunaan untuk pameran temporer, fungsi publik sederhana, hingga hunian, tanpa memerlukan perubahan struktural besar. Kemampuan ini mendukung keberlanjutan dengan meminimalkan limbah konstruksi dan memperpanjang umur bangunan melalui adaptasi fungsional (Arisya & Suryantini, 2021; Sassi, 2006; Wallance, 2021). Selain itu, penggunaan material yang dapat didaur ulang dalam konstruksi perancah berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien. Dengan demikian, arsitektur perancah tidak hanya menawarkan solusi desain yang fleksibel dan efisien, tetapi juga mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pembangunan. Pendekatan ini memastikan bahwa bangunan dapat terus berfungsi secara optimal dalam berbagai konteks dan kebutuhan variatif di masa depan.

Namun, penggunaan perancah sebagai material bangunan bukan tanpa kekurangan dan tantangan. Arsitektur perancah bukan untuk semua konteks dan tipe arsitektur. Arsitektur dengan material perancah menghadapi berbagai tantangan signifikan, terutama terkait dengan aspek keamanan, peraturan, pemeliharaan, dan keawetan. Keamanan menjadi perhatian utama karena struktur perancah harus mampu menahan beban dan tekanan yang bervariasi tanpa risiko runtuh. Selain itu, peraturan yang ketat mengenai penggunaan dan pemasangan perancah harus dipatuhi untuk memastikan keselamatan pekerja dan pengguna bangunan.

Pemeliharaan material perancah juga memerlukan perhatian khusus, karena paparan terhadap elemen cuaca dapat mempercepat degradasi material. Keawetan material menjadi

tantangan lain, mengingat perancah sering kali terbuat dari bahan yang harus tahan lama namun tetap ringan dan mudah dipindahkan. Dalam konteks keberlanjutan, penggunaan material yang dapat didaur ulang dan memiliki umur panjang sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan. Oleh karena itu, inovasi dalam desain dan material perancah terus diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan memastikan bahwa struktur perancah dapat digunakan secara aman dan efisien dalam jangka panjang.

Perancah Semi Permanen : Antara Tantangan dan Kesempatan

Penggunaan perancah sebagai elemen arsitektur utama menawarkan pendekatan yang inovatif dalam desain, memanfaatkan struktur modularnya untuk menciptakan estetika industrial yang dinamis. Namun, transformasi perancah dari alat bantu konstruksi sementara menjadi elemen permanen menghadirkan tantangan signifikan. Dari aspek standarisasi, perancah dirancang untuk keperluan sementara sehingga belum memiliki standar yang mendukung aplikasi jangka panjang.

Standar ini perlu mencakup material, dimensi, hingga metode pemasangan yang berbeda dari kebutuhan konstruksi temporer. Selain itu, keamanan menjadi perhatian utama karena perancah tidak dirancang untuk menanggung beban jangka panjang dan menghadapi tekanan eksternal seperti gempa atau angin kencang. Material logam yang biasa digunakan, meskipun kuat, dapat mengalami korosi jika tidak dilapisi dengan pelindung yang memadai, sehingga memperpendek durabilitasnya sebagai struktur permanen.

Dari segi ekonomi, penggunaan perancah sebagai struktur utama dapat memengaruhi biaya secara signifikan dibandingkan struktur konvensional. Di satu sisi, sistem modular perancah dapat mengurangi waktu pemasangan dan menawarkan fleksibilitas yang tinggi, yang berpotensi menghemat biaya tenaga kerja. Namun, biaya tambahan mungkin muncul untuk perlakuan material agar sesuai dengan kebutuhan jangka panjang, seperti pelapisan anti-korosi atau penguatan struktur untuk memastikan keamanan. Selain itu, karena penggunaannya yang tidak konvensional, akan ada kebutuhan untuk penelitian, pengembangan, dan pengujian tambahan untuk memastikan keandalan struktur ini, yang tentu saja memengaruhi anggaran proyek. Oleh karena itu, meskipun ide ini memberikan kemungkinan estetika dan keberlanjutan, penerapannya memerlukan pendekatan inovatif dan investasi yang cermat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini.

KESIMPULAN

Perancah, yang awalnya hanya dianggap sebagai elemen pendukung dalam konstruksi, kini menunjukkan potensi besar sebagai

pembentuk utama dalam arsitektur. Perannya telah bergeser dari sekadar penopang sementara menjadi komponen utama dalam desain arsitektur non permanen. Fleksibilitas dan adaptabilitas perancah memungkinkan penggunaannya dalam berbagai konfigurasi dan fungsi, mulai dari pameran temporer hingga hunian sementara. Selain itu, penggunaan material yang dapat didaur ulang dan dirakit tanpa konstruksi basah mendukung prinsip keberlanjutan dengan mengurangi limbah dan emisi karbon. Tantangan terkait keamanan, peraturan, dan pemeliharaan tetap ada, namun inovasi dalam desain dan material terus berkembang untuk mengatasinya. Dengan demikian, perancah tidak hanya menawarkan solusi praktis dan efisien, tetapi juga membuka peluang baru dalam arsitektur yang responsif terhadap kebutuhan masa depan dan keberlanjutan lingkungan. Perubahan peran ini menandai evolusi penting dalam cara kita memandang dan memanfaatkan perancah dalam konteks arsitektur modern.

Penelitian ini terbatas pada konteks arsitektur perancah dengan studi kasus objek arsitektur di Indonesia. Di luar Indonesia, perancah sering digunakan sebagai bagian dari eksplorasi desain, terutama dalam konteks temporer dan arsitektur non permanen. Peluang yang lebih besar dari penelitian lanjutan ini adalah bagaimana secara teknis, perancah dapat dieksplorasi lebih lanjut ke berbagai tipe arsitektur di luar batasan yang ada pada studi ini. Studi lain yang potensial adalah mengkaji peran perancah dari aspek kekuatan, biaya, serta kemungkinan eksplorasi desain yang lebih kaya. Arsitektur perancah hadir menggeser pemahaman perancah dari sekadar struktur pendukung menjadi basis arsitektur yang mendukung berbagai aspek keberlanjutan di masa mendatang. Hal ini mencerminkan potensi besar perancah dalam memberikan kontribusi signifikan terhadap desain arsitektur yang adaptif dan berkelanjutan.

REFERENSI

Abdel, H. (2020). *St. Carolus Hospital Screening Facility / AT-LARS Save this picture!* Archdaily. https://www.archdaily.com/947140/st-carolus-hospital-screening-facility-at-lars

Akanoma, S. (2021). *Rumah Besi Putih*. Instagram. https://www.instagram.com/akanoma.studio/p/CXA_IUnPbLi

Alexander, C. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford university press.

Andu, F. A. (2019). Kajian Perancah Ditinjau dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, *9*(1).

Arisya, K. F., & Suryantini, R. (2021). Modularity in design for disassembly (DfD): exploring the strategy for a better sustainable architecture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *738*(1), 12024.

Cohen, J.-L. (2018). *Ludwig Mies van der Rohe:*

Third and updated edition. Birkhäuser.

Combes, L., & Bellomio, A. (1999). Creativity and modularity in architecture. *This Book Is Published By*, 160.

Damayanti, R., & Redyantanu, B. P. (2022). PENELURUSAN RUANG KORIDOR KOTA DALAM PRODUKSI RUANG SOSIAL TEMPORAL. *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*, *9*(1), 1. https://doi.org/10.26418/lantang.v9i1.47672

Dharmawan, C., & Alviano, M. (2019). Pre-fabricated Material for Modular House. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *662*(4). https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/4/042020

Frampton, K. (2001). *Studies in tectonic culture: the poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture*. Mit Press.

Groat, L. N., & Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods*. Wiley. https://books.google.co.id/books?id=0jADDQAAQBAJ

Gusthia, I. (2024). *Mengenal Tentang Scaffolding Peran dalam Konstruksi Bangunan*. Garuda Systrain Interindo. https://www.garudasystrain.co.id/mengenal-tentang-scaffolding-peran-dalam-konstruksi-bangunan/

Hayati, D. K., & Kusnaedi, I. (2024). PENERAPAN KONSEP MODULAR DENGAN GAYA INDUSTRIAL DI GALERI KOPI EKOWISATA MANGLAYANG BANDUNG. *Aksen: Journal of Design and Creative Industry*, *9*(1).

Lee, J., Son, J., Jeong, W., & Yi, J.-S. (2015). An Economic Feasibility Analysis on the Movable Modular Lodging Buildings. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, *16*(5), 12–20.

Lehtonen, T. (2007). *Designing modular product architecture in the new product development*. Tampere University of Technology.

Lucas, R. (2016). *Research methods for architecture*. Hachette UK.

Mamahit, B., Kushartomo, W., & Prabowo, A. (2023). *Penilaian Penggunaan Perancah bagi Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil.

Nasir, D. J. (2022). *Aesthetically Enjoyable "Under Our Hill" Installation Encapsulates Critical Information on Jakarta's Waste Issues*. Archify. https://www.archify.com/id/archifynow/aesthetically-enjoyable-under-our-hills-installation-encapsulates-critical-information-on-jakarta-s-waste-issues

Persohn, L. (2021). Curation as methodology. *Qualitative Research*, *21*(1), 20–41.

Plowright, P. (2014). *Revealing architectural design : methods, frameworks and tools*. Routledge.

Prayitno, B. (2018). Green Modular Concept of Sustainable Kampong Cityblock in Indonesia. *Sustainable Development Research in the Asia-Pacific Region: Education, Cities, Infrastructure and Buildings*, 509–523.

Rafik, A., & Cahyani, R. F. (2018). Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Perancah Kayu Galam Dan Perancah Besi (Scaffolding). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, *2*(1), 20–32.

Redyantanu, B. P., & Damayanti, R. (2017). TEMPORALITY IN A DISCUSSION OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, *44*(2), 163–170.

Respati, R., Wardah, S., & Akbar, R. Z. (2023). Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Perancah Kayu dan Penyewaan Scaffolding. *Density (Development Engineering of University) Journal*, *6*(1), 1–10.

Sassi, P. (2006). *Strategies for sustainable architecture*. Taylor \& Francis.

Scho□n. (1983). *The reflective practitioner : how professionals think in action*. Basic Books.

Silva, M. F. (2020). Another way of living: The Prefabrication and modularity toward circularity in the architecture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *588*(4), 42048.

Smith, R. E. (2010). *Prefab architecture: A guide to modular design and construction*. John Wiley \& Sons.

Sosa, M., Ahmad, L., & Musfy, K. (2022). Adaptive Ephemeral Interiority: Upcycling Site Specific Interiors. *Interiority*, *5*(2), 155.

Suharyani, S., & Fathonah, M. N. (2019). Identifikas Material Scaffolding sebagai Alternatif Tempat Tinggal untuk Kalangan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) Studi kasus di Akanoma Studio. *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, *15*(1), 23–33. https://doi.org/10.23917/sinektika.v15i1.8993

Till, J. (2012). Is doing architecture doing research? *4IAU 4ª Jornadas Internacionales Sobre Investigación …*, 1–9.

Verbeke, J. (2013). This is research by design. In *Design research in architecture* (pp. 137–160). Routledge.

Wallance, D. (2021). *The future of modular architecture*. Routledge.

Yasin, N. (2020). Kekuatan Dan Kebutuhan Perancah Bingkai/Frame Scaffold Pada Konstruksi Gedung. *Jurnal Ilmiah Desain \& Konstruksi*, *18*(2), 212–218.

Yatmo, Y. A., Atmodiwirjo, P., Saginatari, D. P., & Harahap, M. M. Y. (2020). Development of modular school design as a permanent solution for post-disaster reconstruction in Indonesia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*.