

Menambah Tanpa Merobohkan: Rumodular Sebagai Strategi Desain Hunian Adaptif dan Fleksibel
Bramasta Putra Redyantanu

Optimalisasi Pencahayaan Buatan Pada Studio Gambar Arsitektur Untuk Kenyamanan Visual Dan Kepatuhan Pencahayaan

Stivani Ayuning Suwarlan, Fidyah Nasywa Rahmad, Muhammad Hafizi, Jihan Fahira, Muhammad Khafiz Ilham Putra, Jeanny Laurens Pinassang

Literatur Review: Aspek Pencahayaan Alami Pada Bangunan

Riswandi Rohman, Lili Kusumawati

Analisa Karakteristik Infrastruktur Permukiman Bantaran Sungai Brantas di Kelurahan Samaan Kota Malang
Amar Rizqi Afdholy, Sri Winarni, Hamka, Adhi Widyarthara

Kategorisasi Atraksi-Aktivitas-Fasilitas Pada Desa Wisata Berbasis Budaya Bertipe Rintisan

Redi Sigit Febrianto, Gatot Adi Susilo, Sudiro, Ambrosius A. K. S. Gobang

Strategi Peningkatan Fungsi Ruang Publik di Kota Malang (Studi Kasus: Kawasan Velodrome dan Sekitarnya)

Anggi Putri A.K. Sengkoen, Agung Witjaksono, Muhammad Reza, Tjokarda Nirarta Samadh

Dampak Agrowisata Belimbing Karangasari Terhadap Aspek Sosial Ekonomi Masyarakat Kelurahan Karangasari, Kecamatan Sukorejo, Kota Blitar

De'Gihon Daud Martua Hutabarat, Titik Poerwati, Silvester Sari Sai

Tipologi Rumah Adat di Nusa Tenggara Timur dengan Konstruksi Tahan Gempa

Bayu Teguh Ujjianto, Redi Sigit Febrianto, Amar Rizqi Afdholy

Ketahanan Pangan Dan Penyedia Komoditi (Keppak) Desa Sukorejo, Kecamatan Bungah, Kab. Gresik

Gaguk Sukowiyono, Amar Rizqi Afdholy, Debby Budi Susanti

Neurosains Dan Desain Biophilic: Memahami Respon Positif Terhadap Elemen Alam Dalam Ruang

Jarot Wahyono

Studi Persepsi Dan Preferensi Pengunjung Terhadap Kenyamanan Taman Kota 1 Bsd Bagi Anak Dan Disabilitas

Sintia Dewi Wulanningrum

Adaptasi Konfigurasi Ruang pada Hunian Madura di Baran Tumpang Malang

Nabila Khaira, Agung Murti Nugroho, Lisa Dwi Wulandari

Full Issue

Download File (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/issue/view/395/26>)

Articles

MENAMBAH TANPA MEROBOHKAN: RUMODULAR SEBAGAI STRATEGI DESAIN HUNIAN ADAPTIF DAN FLEKSIBEL

(<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/13672>)

Bramasta Putra Redyantanu

197-212

Download File (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/13672/8302>)

OPTIMALISASI PENCAHAYAAN BUATAN PADA STUDIO GAMBAR ARSITEKTUR UNTUK KENYAMANAN VISUAL DAN KEPATUHAN PENCAHAYAAN

(<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/14220>)

Stivani Ayuning Suwarlan, Fidya Nasywa Rahmad, Muhammad Hafizi, Jihan Fahira, Muhammad
Khafiz Ilham Putra, Jeanny Laurens Pinassang

213-228

Download File (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/14220/8303>)

Literatur Review: Aspek Pencahayaan Alami Pada Bangunan

(<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/13660>)

Riswandi Rohman, Lili Kusumawati

229-264

Download File (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/13660/8304>)

Analisa Karakteristik Infrastruktur Permukiman Bantaran Sungai Brantas di Kelurahan Samaan Kota Malang

(<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/15062>)

Amar Rizqi Afdholy, Sri Winarni, Hamka, Adhi Widyarthara

265-278

Download File (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/article/view/15062/8305>)

Home (<https://ejournal.itn.ac.id/pawon/index>) / Editorial Team

Editorial Team

Editor in Chief

Debby Budi Susanti | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=5kDtm1cAAAAJ&hl=en>) , Scopus ID (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59226208000&origin=resultslist>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Managing Editors

Muhammad Nelza Mulki Iqbal | Google Scholar (<https://scholar.google.co.uk/citations?user=2g6sIW0AAAAJ&hl=en>) , Scopus ID (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59225713400&origin=resultslist>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Maria Istiqoma | Google Scholar (<https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=3ogqIOgAAAAJ>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Website Editors

Moh Syahru Romadhon Sholeh | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=Zk9mim0AAAAJ&hl=en>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Editorial Boards

Lalu Mulyadi | Google Scholar (https://scholar.google.co.id/citations?user=_TmaNMAAAAAJ&hl=id) , Scopus ID (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191845471>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Hery Setyobudiharso | Google Scholar (<https://scholar.google.co.id/citations?user=mTq9Oj4AAAAJ&hl=en>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Gaguk Sukowiyono | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=aVH5soYAAAAJ&hl=en>) , Institut Teknologi Nasional Malang

Razqyan Mas Bimatyugra Jati | Google Scholar (<https://scholar.google.co.id/citations?user=MtZFS8cAAAAJ&hl=en>) , Scopus ID (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208334466>) , Universitas Merdeka Malang

Tarranita Kusumadewi | Google Scholar (https://scholar.google.com/citations?user=QaYS_mIAAAAAJ&hl=en) , Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

PAWON JOURNAL ACCREDITATION:



(<https://sinta.ristekbrin.go.id/journals/detail?id=7444>)

PAWON JOURNAL CERTIFICATE:



PAWON: JURNAL ARSITEKTUR

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

P-ISSN : <> E-ISSN : 25977636



0.152174
Impact



147
Google Citations



Sinta 4
Current Accreditation

Google Scholar Garuda Website Editor URL

History Accreditation

2018 2019 2020 2021 2023 2024 2025 2026 2027 2028

Garuda Google Scholar

KAJIAN ARSITEKTUR TRADISIONAL SUNDA PADA DESAIN TERAS SENI BUDAYA SUNDA CIBIRU BANDUNG

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 (2025): Pawon: Jurnal Arsitektur 19-34
2025 DOI: 10.36040/pawon.v9i01.6221 Accred : Sinta 4

STRATEGI KEBIJAKAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PARIWISATA TERINTEGRASI DI PULAU BAWEAN: Kebijakan Perencanaan Infrastruktur Pariwisata Integrasi menggunakan metode analisis SOAR

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 (2025): Pawon: Jurnal Arsitektur 95-118
2025 DOI: 10.36040/pawon.v9i01.9445 Accred : Sinta 4

KAJIAN SUSTAINABILITY PADA PERENCANAAN PERUMAHAN DINAS PUSPIPTEK DI TANGERANG SELATAN

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 (2025): Pawon: Jurnal Arsitektur 1-18
2025 DOI: 10.36040/pawon.v9i01.9516 Accred : Sinta 4

EVALUASI KENYAMANAN TERMAL KANTIN KAMPUS SEMI TERBUKA

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 (2025): Pawon: Jurnal Arsitektur 151-164
2025 DOI: 10.36040/pawon.v9i01.9907 Accred : Sinta 4

KONFIGURASI BANGUNAN HUNIAN RUMAH ADAT DESA WISATA OSING, BANYUWANGI

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 (2025): Pawon: Jurnal Arsitektur 35-50

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.10057](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.10057)

 [Accred : Sinta 4](#)

TIPOLOGI PENERAPAN KONSEP KAWASAN BERBASIS TRANSIT DI 11 STASIUN KOTA KECIL JALUR SELATAN PULAU JAWA

[Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional \(ITN\) Malang](#)

 [Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 \(2025\): Pawon: Jurnal Arsitektur 119-140](#)

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.10120](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.10120)

 [Accred : Sinta 4](#)

RESORT KESEHATAN TERPADU, MENGHADIRKAN KESEHATAN HOLISTIK MELALUI ARSITEKTUR BIOMIMIKRI

[Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional \(ITN\) Malang](#)

 [Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 \(2025\): Pawon: Jurnal Arsitektur 51-66](#)

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.11218](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.11218)

 [Accred : Sinta 4](#)

PENAFSIRAN TRAGEDI PADA RANCANGAN MUSEUM TRAGEDI KANJURUHAN MELALUI ARSITEKTUR DEKONSTRUKSI PARADIGMA DANIEL LIBERSKIND

[Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional \(ITN\) Malang](#)

 [Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 \(2025\): Pawon: Jurnal Arsitektur 67-82](#)

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.11316](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.11316)

 [Accred : Sinta 4](#)

PERILAKU KONSUMSI AIR UNTUK KONSERVASI PADA RUMAH TINGGAL BERKONSEP RAMAH LINGKUNGAN

[Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional \(ITN\) Malang](#)

 [Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 \(2025\): Pawon: Jurnal Arsitektur 83-94](#)

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.11714](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.11714)

 [Accred : Sinta 4](#)

OPTIMASI EAHE SEBAGAI UPAYA PENDINGIN RUANG SIANG HARI DI SURABAYA

[Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional \(ITN\) Malang](#)

 [Pawon: Jurnal Arsitektur Vol 9 No 01 \(2025\): Pawon: Jurnal Arsitektur 141-150](#)

 2025

 [DOI: 10.36040/pawon.v9i01.12533](https://doi.org/10.36040/pawon.v9i01.12533)

 [Accred : Sinta 4](#)

View more ...

MENAMBAH TANPA MEROBOHKAN: RUMODULAR SEBAGAI STRATEGI DESAIN HUNIAN ADAPTIF DAN FLEKSIBEL

Bramasta Putra Redyantanu

Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra Surabaya
e-mail: bramasta@petra.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengilustrasikan konsep modularitas dalam kaitannya dengan fleksibilitas adaptif terkait kebutuhan ruang hunian. Penelitian ini merespon kebutuhan pengguna rumah tinggal yang berkembang seiring perubahan kehidupan mereka, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Penelitian ini mengkaji kemungkinan pengembangan kapasitas desain tanpa mengubah konfigurasi arsitektur dan strukturnya, sehingga hunian dapat berkembang dengan kemungkinan tanpa ditinggalkan oleh penghuninya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan riset berbasis desain, di mana desain berfungsi sebagai demonstrasi iteratif untuk mencapai konsep tersebut. Objek penelitian ini adalah desain rumah tinggal sederhana dalam sebuah kompetisi, dengan variasi luas 36, 45, dan 63 meter persegi. Kapasitas luas tersebut sesuai dengan fase kehidupan yang umum, mulai dari lajang, menikah, hingga berkeluarga dengan anak. Refleksi pengetahuan dari penelitian ini mencakup tiga gagasan utama. Pertama, modularitas sebagai strategi desain berbasis kapasitas ruang. Kedua, adaptabilitas sebagai respon fleksibilitas skenario bertinggal. Ketiga, pertumbuhan hunian sebagai kemungkinan pendekatan perancangan. Temuan dari penelitian ini bertujuan untuk melihat hunian sebagai objek yang siap untuk tumbuh dan berkembang tanpa memerlukan perubahan pada konfigurasi bangunan eksternal. Konsep Rumodular (Rumah Modular) ini selaras dengan memosisikan bangunan sebagai objek berkelanjutan untuk arsitektur yang lebih baik.

Kata kunci : adaptabilitas, fleksibilitas, modularitas, keberlanjutan, rumah tumbuh

ABSTRACT

This research aims to illustrate the concept of modularity in relation to adaptive flexibility in addressing residential space needs. It responds to the evolving needs of homeowners as their lives change, both in terms of quantity and quality. The study explores the potential for expanding design capacity without altering architectural configurations and structural systems, thereby allowing dwellings to adapt and grow without being abandoned by their residents. The methodology employed in this research is a design-based research approach, where design serves as an iterative demonstration to achieve the concept. The research object comprises simple residential designs from a competition, with variations in area size:

36, 45, and 63 square meters. These dimensions correspond to typical life stages, ranging from being single, to married, to having a family with children. The insights gained from this research are categorized into three main ideas. First, modularity as a capacity-based design strategy. Second, adaptability as a response to flexible living scenarios. Third, housing growth as a potential design approach. The findings aim to position residential buildings as entities ready to grow and evolve without requiring changes to their external configurations. This Rumodular (Modular House) concept aligns with the vision of sustainable architecture for an improved built environment.

Keywords : *adaptability, flexibility, modularity, sustainability, flexible house*

1. PENDAHULUAN

Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi konsep modularitas dalam arsitektur, khususnya dalam kaitannya dengan fleksibilitas desain rumah tumbuh. Rumah tumbuh, sebagai objek penelitian, menawarkan potensi pengembangan tanpa harus merobohkan struktur yang sudah ada atau memperbesar volume bangunan secara signifikan (Schneider & Till, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk menggali bagaimana modularitas dapat menjadi solusi dalam merancang hunian yang adaptif dan berkelanjutan (Sassi, 2006), memberikan jawaban terhadap kebutuhan masyarakat modern yang terus berkembang. Rumah sebagai konteksnya, punya kedalaman beragam dimensi baik fungsi, program, dan aspek lain sebagai sebuah kesatuan arsitektur yang integratif dan sistematis (Brand, 1995). Dalam konteks kebutuhan domestik, fleksibilitas hunian menjadi sebuah respons terhadap dinamika sosial dan praktikal yang terus berubah seiring waktu.

‘Our broad definition of flexible housing is housing that can adjust to changing needs and patterns, both social and technological. These changing needs may be personal (say an expanding family), practical (i.e. the onset of old age) or technological (i.e. the updating of old services)... This definition is deliberately broad. It includes the potential to make changes prior to occupation as well as the ability to adjust one’s housing over time after occupation.’ (Schneider & Till, 2007, p. 4)

Permintaan terhadap ruang yang mampu beradaptasi dengan perkembangan jumlah penghuni, pola hidup, atau fungsi ruang semakin mendesak. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha memahami bagaimana desain modular dapat menjawab tantangan tersebut, menawarkan fleksibilitas tinggi untuk kebutuhan hunian masa kini dan masa depan. Isu mendasar dalam pembangunan rumah tumbuh adalah bagaimana menciptakan bangunan baru tanpa harus merobohkan struktur yang lama.

Konsep modularitas, yang berakar pada relasi antara arsitektur, industri material, dan teknologi konstruksi masa depan, menawarkan solusi menjanjikan (Redyantanu & Sunaryo, 2024). Tidak hanya menjadi relevan dalam konteks keberlanjutan, modularitas juga mendorong inovasi dalam pemanfaatan material dan metode konstruksi yang lebih efisien (Siregar, 2024). Sistem rangkaian dengan standar yang jelas, memungkinkan arsitektur untuk hadir sebagai sebuah objek yang beririsan erat dengan fleksibilitas material dan konstruksinya.

Modularitas, sebagai pendekatan sistematis dalam desain (Wallance, 2021), memiliki relevansi yang luas dalam berbagai konteks spesifik. Sebagai bagian dari teknologi konstruksi, pendekatan ini menawarkan cara yang lebih terstruktur dan terorganisir dalam mengatasi tantangan desain (Yatmo et al., 2020). Penelitian ini akan menganalisis bagaimana modularitas dapat diadaptasi untuk menjawab kebutuhan kontekstual, terutama dalam konteks spasial domestik sebuah rumah tinggal dengan standar luasan tertentu.

Akhirnya, refleksi desain modular membuka peluang untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, terutama dalam isu rumah tumbuh yang adaptif dan fleksibel. Pendekatan ini tidak hanya menjanjikan solusi praktis, tetapi juga menjadi langkah penting dalam mengembangkan pengetahuan arsitektur yang lebih inklusif dan inovatif. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam mengeksplorasi desain modular sebagai sebuah percontohan aplikasi kerangka desain berbasis pola atau *pattern based framework* (Plowright, 2014), terutama modul ruang dan struktur, sehingga potensial sebagai kunci keberlanjutan dan adaptasi dalam arsitektur modern.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fleksibilitas Rumah Tumbuh

Dalam arsitektur, skenario temporer muncul sebagai pendekatan yang mendukung fleksibilitas dan keberlanjutan ruang (Redyantanu & Damayanti, 2017). Rumah, sebagai objek spasial, dapat dirancang berbasis komponen sistematis yang memungkinkan pengembangan bertahap. Pendekatan ini membuka berbagai kemungkinan dalam menelusuri aspek-aspek pertumbuhan rumah (Brand, 1995; Duffy, 1990), dari tata letak hingga fungsi, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penghuni dari waktu ke waktu.

Desain hunian yang responsif terhadap kebutuhan penghuni yang dinamis menjadi fokus dalam kajian literatur ini. Hal ini menandakan pergeseran dari sekadar memenuhi kebutuhan ruang yang statis menuju sistem yang memungkinkan adaptasi (Wainer et al., 2016). Rumah tidak lagi hanya menjadi tempat tinggal, tetapi juga ruang yang mampu mengikuti perubahan pola hidup (Adhi Widyarthi et al., 2020), fungsi, dan hubungan

sosial para penghuninya seiring dengan perubahan waktu. Arsitektur rumah dituntut untuk fleksibel dan adaptif terhadap konteks ini.

Percobaan RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat), sebagai metode konstruksi desain modular, menawarkan pendekatan praktis yang relevan dalam konteks ini (Iqbal & Ujianto, 2021). Dengan memanfaatkan modul-modul yang dirancang untuk efisiensi dan kemudahan perakitan, Risha telah menunjukkan potensi dalam memenuhi preferensi penghuni rumah di lahan tapak (Ramadhani, 2021). Modularitas metode ini tidak hanya mempercepat proses pembangunan tetapi juga memberikan kebebasan untuk merancang dan mengembangkan rumah sesuai kebutuhan penghuni secara bertahap. Konsep rumah tumbuh yang menuntut fleksibilitas dan adaptabilitas sudah seharusnya dipertimbangkan sejak tahap awal perancangan. Dengan menerapkan pendekatan desain berbasis modular yang sistematis, rumah tumbuh dapat menjadi solusi yang relevan bagi kebutuhan hunian masa depan, sekaligus mendukung keberlanjutan dan inovasi dalam praktik arsitektur. Celah gap yang bisa diisi adalah simulasi perancangan berbasis fleksibilitas dan kemungkinan adaptasi dalam praktik arsitektur berbasis modularitas.

2.2. Modularitas dalam fleksibilitas dan adaptabilitas

Modularitas dalam adaptasi dan fleksibilitas arsitektur berkelanjutan menuntut pendekatan desain yang mampu menjawab tantangan efisiensi energi dan kecepatan konstruksi (Sassi, 2006). Dalam hal ini, modularitas muncul sebagai solusi inovatif, menawarkan konstruksi yang lebih cepat melalui penggunaan komponen yang telah diproduksi sebelumnya (Silva, 2020; Yatmo et al., 2020). Pendekatan ini tidak hanya mengurangi limbah konstruksi tetapi juga mendukung penghematan energi dengan meminimalkan kebutuhan akan material tambahan dan proses pembangunan di lokasi. Modularitas berfungsi sebagai jembatan menuju praktik arsitektur yang lebih ramah lingkungan dan terukur.

Fleksibilitas dalam desain hunian semakin menjadi kebutuhan mendasar, terutama dalam merespons dinamika kebutuhan penghuni (Redyantanu, 2023). Konsep *flexible housing* (Schneider & Till, 2007) menempatkan desain ruang multifungsi sebagai inti dari adaptasi tersebut. Hunian yang tidak terprogram secara statis dapat memberikan kemungkinan bagi satu ruang fisik untuk mengakomodasi berbagai fungsi yang berubah dari waktu ke waktu. Pendekatan ini menghadirkan peluang untuk merancang hunian yang tidak hanya responsif (Aldi et al., 2023), tetapi juga mampu mendukung berbagai skenario kehidupan penghuni.

Fleksibilitas juga menciptakan tantangan (Özinal et al., 2021) dalam memosisikan arsitektur sebagai produk modular yang sistematis (Wallance, 2021). Komponen modular dianggap sebagai bagian dari keseluruhan sistem yang dapat diatur ulang atau dikembangkan sesuai kebutuhan (Arisya & Suryantini, 2021). Pendekatan ini berpotensi menghasilkan desain yang terstandar namun tetap adaptif, memungkinkan pengembangan lebih

lanjut tanpa kehilangan fleksibilitasnya. Dengan penerapan rangkaian sistem modular yang terintegrasi, arsitektur dapat menjadi lebih dinamis, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang terus berkembang.

2.3. Perancangan sebagai refleksi dalam produksi pengetahuan

Riset-riset sebelumnya dalam bidang desain arsitektur telah mengeksplorasi berbagai aspek terkait pracetak pada rumah tapak (Fajargde et al., 2024). Modularitas seringkali menjadi fokus utama dalam pendekatan ini, dengan tujuan menciptakan solusi yang efisien dan fleksibel untuk desain rumah berbiaya rendah (Setiawan et al., 2022). Kajian ini melibatkan pemanfaatan komponen pracetak yang sistematis untuk mendukung proses konstruksi yang lebih cepat sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Namun, ruang untuk pengembangan lebih lanjut masih terbuka, terutama dalam mengeksplorasi modularitas yang lebih adaptif terhadap berbagai kebutuhan spesifik.

Beberapa penelitian juga telah membahas standar Risha (Rumah Instan Sederhana Sehat) sebagai metode modular yang efisien (Iqbal & Ujjianto, 2021). Kajian terhadap konstruksi ini mencakup analisis efisiensi energi, efisiensi biaya konstruksi (Raihan & Sulthan, 2020), hingga evaluasi pasca-konstruksi (Carissa et al., 2022) dalam konteks penggunaan hunian jangka panjang (Siregar, 2024). Namun, meskipun standar ini menawarkan pendekatan yang pragmatis, belum banyak studi yang mencoba mendalami integrasi antara teknik modularitas dan fleksibilitas desain yang lebih responsif terhadap dinamika kebutuhan penghuni rumah.

Celah atau kekosongan utama dalam penelitian ini terletak pada kemungkinan eksplorasi melalui iterasi proses desain sebagai pendekatan reflektif (Schön, 1988; Schon & DeSanctis, 1986). Pendekatan rancang arsitektur yang memanfaatkan desain sebagai produk iteratif untuk menghasilkan pengetahuan desain belum jamak ditemukan. Menggunakan arsitektur sebagai medium refleksi dalam perancangan bukan hanya memungkinkan analisis lebih dalam, tetapi juga memberikan potensi untuk mendefinisikan ulang proses perancangan sebagai praktik intelektual yang mendukung inovasi dalam desain modular dan rumah tumbuh. Riset ini berupaya merefleksikan gagasan perancangan rumah tinggal dengan standar luasan tertentu, berbasis konteks TOR sayembara rumah tapak, sebagai sebuah kemungkinan iterasinya mengonstruksi pengetahuan pendekatan perancangan hunian untuk fleksibilitas dan adaptabilitas melalui eksplorasi modularitas pengembangannya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan riset kualitatif dengan studi kasus desain sebagai metode utama (Groat & Wang, 2013; Lucas, 2016).

Studi kasus dipilih untuk mendalami konteks spesifik sayembara rumah tapak bagi generasi milenial yang dirancang untuk merespons kebutuhan hunian yang adaptif dan tumbuh. Metode ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap dinamika dan tantangan yang dihadapi dalam desain rumah tumbuh, dengan fokus pada bagaimana arsitektur dapat menjawab isu keberlanjutan, fleksibilitas, dan kebutuhan penghuninya.

Pendekatan penelitian ini juga dilakukan melalui proses *research through design* (Till, 2012; Verbeke, 2013), di mana praktik perancangan menjadi medium utama dalam menghasilkan pengetahuan reflektif. Melalui proses membuat dan iterasi desain, penelitian ini memanfaatkan pengalaman praktisi untuk mengembangkan solusi arsitektur yang tidak hanya responsif tetapi juga dapat menjadi objek refleksi (Schön, 1983). Proses ini memberi peluang untuk melihat desain sebagai bentuk riset aktif, menghasilkan arsitektur yang mampu menjawab tantangan spesifik dan menciptakan dampak signifikan terhadap praktik perancangan.

Analisis dilakukan dengan mengurai proses desain secara deskriptif, mendokumentasikan tahapan-tahapan yang dilalui selama perancangan berlangsung (Plowright, 2014). Data yang dihasilkan dari proses ini digunakan untuk membangun refleksi pengetahuan di bagian akhir penelitian. Refleksi ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam memahami hubungan antara desain modular, kebutuhan rumah tumbuh, dan metode pendekatan reflektif dalam arsitektur, yang relevan dengan perkembangan kebutuhan hunian masa kini.

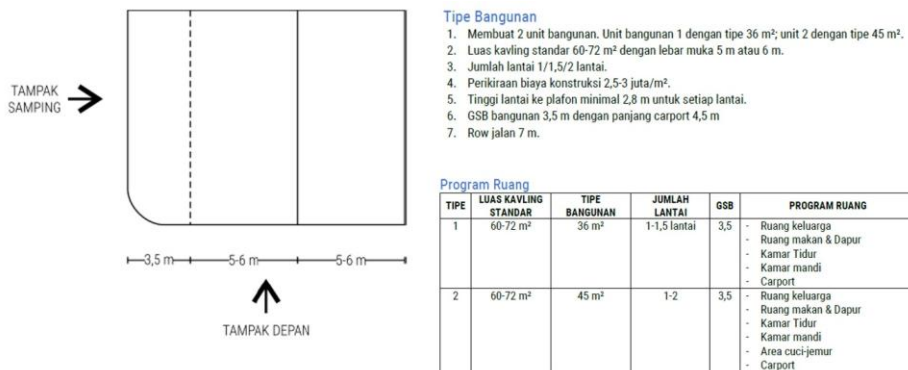
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. TOR : Sayembara desain sebagai celah redefinisi desain

Sayembara ini mengusung tantangan untuk merancang hunian milenial yang efisien, adaptif, dan bertumbuh dengan memanfaatkan tapak berukuran 6 x 12 meter. Sesuai dengan kebutuhan ruang yang relevan dengan demografi milenial, luasan bangunan yang dirancang harus berada dalam rentang 60 hingga 72 meter persegi. Dimensi tapak yang memanjang menuntut strategi perancangan yang cermat, baik dalam distribusi fungsi ruang maupun integrasi ruang terbuka, sehingga menghasilkan solusi desain yang optimal untuk kebutuhan generasi muda yang dinamis.

Sayembara ini juga memberikan celah konseptual bagi peserta untuk mengeksplorasi definisi ulang hunian sebagai produk modular. Dalam konteks ini, setiap desain diharapkan mampu menawarkan pendekatan sistematis yang memanfaatkan modularitas untuk menghadirkan fleksibilitas dan efisiensi. Peserta didorong untuk mengakomodasi beragam skenario dalam satu rancangan, baik skenario perubahan kebutuhan ruang akibat pertumbuhan keluarga maupun adaptasi terhadap perubahan gaya hidup penghuni.

Sebagai bagian dari visi arsitektur yang lebih berkelanjutan, rancangan desain rumah tidak hanya menjawab kebutuhan saat ini tetapi juga dapat bertumbuh secara progresif. Pendekatan desain yang modular memberi peluang untuk menciptakan ruang yang dapat berkembang tanpa harus merobohkan struktur yang sudah ada. Sayembara kemudian menjadi platform reflektif untuk menjawab tantangan merancang rumah tumbuh yang inovatif, adaptif, dan berorientasi pada kebutuhan masa depan. Gambar 1 menunjukkan tor sayembara rumah milenial sebagai acuan dasar dalam proses perancangan lanjutan.



Gambar. 1
TOR dan batasan sayembara sebagai basis desain
Sumber: bit.ly/tor-ic2021

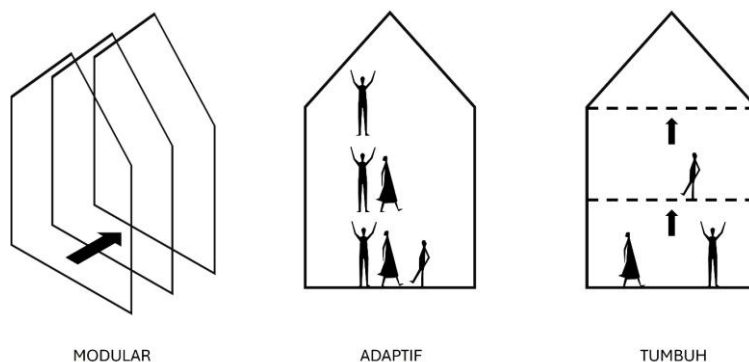
4.2. KONSEP : Pemetaan kebutuhan dinamis sebagai sebuah skenario

Konsep Rumodular (Rumah Modular) berfokus pada pendekatan modularitas dalam desain rumah, dengan tujuan menciptakan hunian yang efisien, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan penghuni. Modularitas dalam konteks ini didefinisikan sebagai rumah dengan volume tetap yang memungkinkan penambahan ruang pada masa mendatang. Partisi lantai dan dinding dapat ditambahkan di dalam volume statis tersebut menggunakan metode konstruksi kering, tanpa memerlukan penghuni meninggalkan rumah selama proses pengembangan. Pendekatan ini memberikan keuntungan berupa efisiensi waktu, biaya, dan minimnya gangguan pada kehidupan penghuni.

Rumah modular ini dirancang untuk dapat merespons adaptasi terhadap tiga skenario utama dalam perjalanan hidup penghuninya: fase lajang, fase membangun keluarga, dan fase memiliki keturunan. Dalam setiap fase, ruang yang tersedia dapat diatur ulang atau ditambahkan untuk memenuhi kebutuhan baru yang muncul. Misalnya, ruang kerja dapat diubah menjadi kamar tidur tambahan, atau area sosial dapat diperluas sesuai dengan jumlah anggota keluarga. Fleksibilitas ini menempatkan Rumodular sebagai

solusi hunian yang responsif terhadap perubahan gaya hidup dan kebutuhan domestik yang dinamis.

Lebih jauh, konsep tumbuh dalam Rumodular mengacu pada kemampuan rumah untuk berkembang bersama perjalanan kehidupan penghuninya tanpa harus merobohkan volume asal. Gagasan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan ruang tetapi juga mendukung keberlanjutan dengan meminimalkan limbah konstruksi dan memperpanjang siklus hidup bangunan. Dengan pendekatan modular yang sistematis, Rumodular menjadi model desain yang relevan untuk masa depan, memberikan solusi inovatif bagi kebutuhan hunian yang adaptif dan berorientasi pada pertumbuhan. Gambar 2 menunjukkan prinsip dari konsep perancangan rumodular.



Gambar. 2

Konsep rumodular melalui modularitas, adaptabilitas dan pertumbuhan penghuni

Sumber: penulis

4.3. RANCANGAN : Desain sebagai iterasi dan variasi produk

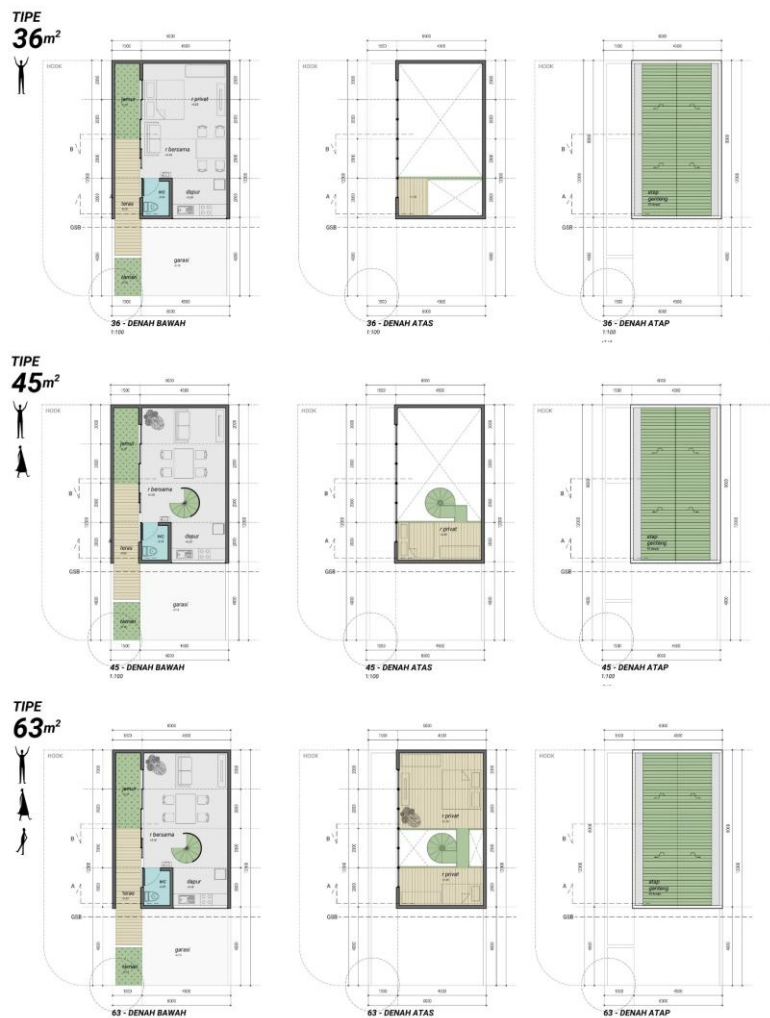
Rancangan rumah ini diproyeksikan dalam tiga skenario luasan, yaitu 36, 45, dan 63 meter persegi, dengan mempertahankan volume bangunan tetap 4,5 x 8 meter. Konsep ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi ruang dan fleksibilitas fungsi. Setiap unit dilengkapi dengan ruang terbuka selebar 1,5 meter di salah satu sisi, memungkinkan pencahayaan dan ventilasi alami. Pendekatan ini tidak hanya menciptakan lingkungan hunian yang lebih sehat tetapi juga memberikan privasi dan pemisahan antar unit sehingga tidak berdempetan secara langsung.

Pada skenario pertama, penghuni lajang dengan 36 meter persegi, rumah dirancang sebagai hunian satu lantai dengan konsep menyatukan fungsi dapur, ruang keluarga, ruang makan, dan ruang tidur dalam satu ruang terbuka, menyerupai apartemen studio, namun tetap berada di lahan tapak. Pendekatan ruang tanpa sekat ini memberikan fleksibilitas bagi

penghuni, terutama bagi mereka yang masih dalam fase hidup sendiri atau memulai kehidupan mandiri.

Skenario kedua dirancang untuk penghuni pasangan muda dengan 45 meter persegi, dengan penambahan lantai kedua menggunakan konstruksi kering berupa partisi balok baja dan tangga putar besi. Fungsi kamar tidur dipindahkan ke lantai dua, sementara lantai pertama tetap menjadi area publik yang terbuka tanpa sekat. Desain ini memberikan kenyamanan dan efisiensi ruang, sekaligus menjaga privasi dengan membedakan area publik dan privat di dalam rumah. Pemisahan terjadi tanpa penambahan sekat permanen.

Skenario ketiga mengakomodasi kebutuhan keluarga dengan anak dengan luasan 63 meter persegi, sebagai sebuah skenario akhir dari pengembangan. Lantai kedua dikembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan area void yang tersisa untuk kamar utama dan kamar anak, dilengkapi dengan sekat tirai non permanen yang fleksibel. Semua pengembangan ini dilakukan dalam volume bangunan tetap 4,5 x 8 meter, dengan pendekatan struktur kering untuk memastikan proses pembangunan mudah dan tidak mengganggu penghuni. Dengan ruang yang minim sekat dan adaptasi modularitas, rancangan ini berhasil menghadirkan solusi hunian yang responsif, adaptif, dan mampu bertumbuh bersama penghuninya. Gambar 3 menunjukkan fase tiap perkembangan dalam format denah rencana lantai.



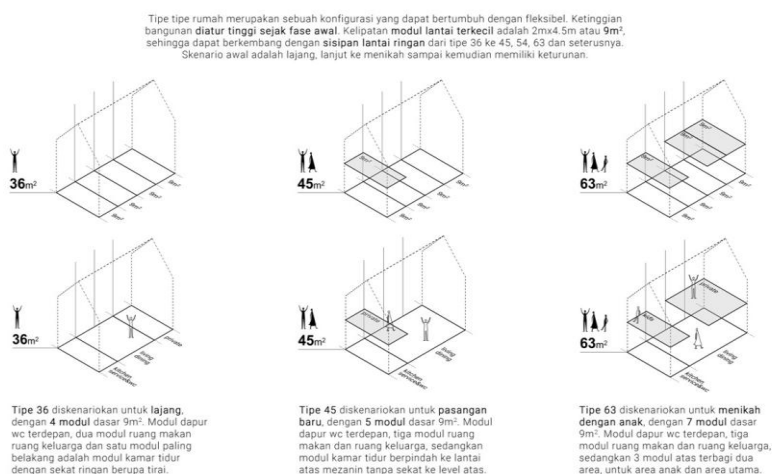
Gambar. 3
Skenario tiga tahapan pengembangan hunian
Sumber: penulis

4.4. REFLEKSI: Modularitas sebagai strategi kapasitas adaptif

Modularitas menjadi strategi penting dalam desain rumah yang adaptif, dengan memanfaatkan modul lebar kelipatan tetap sebagai dasar perancangannya. Pada skenario awal, hunian dirancang sederhana dengan unit servis seperti dapur dan kamar mandi di bagian depan, area keluarga dan ruang makan di tengah, serta area tidur yang terletak di ujung belakang. Pendekatan ini memastikan fungsi dasar hunian terpenuhi secara optimal dalam ruang yang terorganisir dan efisien, sekaligus memungkinkan fleksibilitas untuk pengembangan di masa mendatang.

Dalam skenario kedua, rumah mulai berkembang dengan menambahkan modul atas menggunakan konstruksi kering, seperti struktur baja dan partisi ringan. Area bawah dialihfungsikan sepenuhnya menjadi area publik yang terbuka tanpa sekat, meliputi ruang keluarga, ruang makan, dan dapur. Sementara itu, area privat seperti kamar tidur dipindahkan ke lantai atas untuk menjaga privasi penghuni. Pendekatan ini memungkinkan transformasi ruang secara signifikan tanpa melibatkan metode konstruksi basah, menjadikan proses pengembangan lebih efisien dan minim gangguan.

Pada skenario ketiga, hunian ditingkatkan lagi dengan menambahkan dua modul lebar di lantai atas, sehingga total mencapai tujuh modul: empat modul di lantai bawah dan tiga modul di lantai atas. Penambahan ini mengakomodasi kebutuhan ruang yang lebih kompleks, seperti kamar tidur utama dan tambahan untuk anak, tanpa menggunakan konstruksi basah. Dengan tetap mempertahankan minimnya sekat dan fleksibilitas ruang, rumah dapat berkembang seiring dengan perubahan kebutuhan penghuni tanpa harus mengubah volume dasar bangunan. Modularitas, dalam konteks ini, membuktikan dirinya sebagai strategi adaptif yang relevan dan berkelanjutan untuk kebutuhan hunian masa kini dan masa depan. Gambar 4 menunjukkan diagram pemikiran modul sebagai sebuah strategi adaptasi kapasitas.



Gambar. 4
Modul sebagai arsitektur adaptif dalam aspek kapasitas dan skenario penghuni
Sumber: penulis

4.5. REFLEKSI: Adaptabilitas sebagai fleksibilitas skenario tumbuh

Pada skenario pertama, hunian dirancang untuk individu lajang dengan format yang menyerupai apartemen studio. Semua fungsi utama, seperti dapur, ruang keluarga, ruang makan, dan area tidur, digabungkan dalam

satu ruang terbuka tanpa sekat, menciptakan lingkungan yang fungsional dan efisien. Volume bangunan dirancang lebih tinggi dari kebutuhan awal untuk mempersiapkan penambahan ruang di masa depan, memberikan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan penghuni.

Skenario kedua, yang ditujukan untuk pasangan, melibatkan penambahan area tidur di lantai atas. Penggunaan konstruksi kering memungkinkan proses ini berlangsung dengan cepat dan minim gangguan. Dengan memindahkan area tidur ke lantai atas, lantai dasar sepenuhnya dialokasikan untuk fungsi publik, seperti ruang keluarga, ruang makan, dan dapur. Pemisahan area publik dan privat ini tidak hanya memberikan kenyamanan bagi penghuni tetapi juga meningkatkan efisiensi tata ruang dalam hunian.

Skenario ketiga dirancang untuk keluarga dengan anak, sebagai perkembangan maksimal hunian. Penambahan lantai kedua dilakukan dengan menambah ruang privat untuk kamar tidur utama dan anak-anak, sementara void di bagian tengah berfungsi sebagai akses sirkulasi vertikal sekaligus area penerangan alami. Struktur modular memungkinkan pengembangan ini tanpa mengubah volume dasar bangunan, menjaga efisiensi dan kelestarian desain. Hasilnya adalah rumah yang mampu bertumbuh mengikuti perjalanan hidup penghuninya, tanpa mengorbankan fleksibilitas dan kualitas ruang. Gambar 5 mengilustrasikan suasana penambahan spasial konstruksi kering pada masing masing tahap.



Gambar. 5

Skenario dan suasana penambahan ruang modular konstruksi kering

Sumber: penulis

4.6. REFLEKSI: Pertumbuhan sebagai pendekatan standar perancangan hunian

Diagram isometri pada gambar 6 menunjukkan bagaimana struktur baja diterapkan sebagai elemen utama dalam proses pengembangan hunian dengan konstruksi kering. Sistem modular ini memanfaatkan balok baja

yang dirancang khusus untuk disisipkan ke dalam grid tetap, memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam penambahan struktur. Tangga baja dengan desain putar menjadi solusi akses vertikal yang hemat ruang dan fungsional, mendukung sirkulasi dalam volume bangunan yang dirancang untuk pengembangan bertahap.



Gambar. 6
Isometri pengembangan tiap tahap dalam volume bangunan tetap
Sumber: penulis

Lantai panel dengan sistem konstruksi kering melengkapi desain modular ini, memungkinkan pemasangan yang cepat dan minim gangguan. Untuk memberikan privasi tanpa perlu menambah struktur permanen, digunakan tirai sebagai pembatas ruang fleksibel. Pendekatan ini tidak hanya mengoptimalkan ruang yang ada tetapi juga mendukung kebutuhan adaptif penghuni dalam berbagai skenario, dari hunian individu hingga keluarga bertumbuh.

Volume bangunan yang tinggi dirancang sebagai respons terhadap kebutuhan iklim tropis, dengan fokus pada penghawaan dan pencahayaan alami. Atap miring menjadi elemen penting untuk mengatasi cuaca, termasuk hujan lebat dan panas yang intens. Volume tinggi ini juga memberikan kemungkinan untuk penambahan ruang di masa depan tanpa perlu merobohkan struktur yang sudah ada, menciptakan hunian yang efisien, berkelanjutan, dan fleksibel terhadap perubahan kebutuhan penghuni.

Secara keseluruhan, rumodular adalah sebuah gagasan rumah dengan volume tetap, modular, namun fleksibel untuk penambahan beragam spasial

baru dengan konstruksi dan material kering, seperti baja, panel, tirai dan sebagainya. Konsep ini ditujukan untuk merespon isu pertumbuhan yang seringkali tidak disiapkan dalam aspek konstruksinya, menyebabkan penghuni harus berpindah hunian dalam prosesnya. Konsep ini sebagai tawaran gagasan merespon arsitektur sebagai produk berkelanjutan, mampu fleksibel dan adaptif pada beragam skenario umum yang ada di masyarakat kita.

5. KESIMPULAN

Desain modular menjadi basis strategi adaptif yang efektif dalam menghadirkan hunian fleksibel yang mampu berkembang seiring kebutuhan penghuni. Pendekatan ini, dengan modul lebar tetap dan konstruksi kering, memungkinkan pengembangan ruang tanpa merobohkan struktur asli, menciptakan efisiensi dalam waktu, biaya, dan sumber daya. Dengan konsep volume bangunan yang tinggi, rumah dirancang untuk merespons skenario kebutuhan ruang dari individu lajang, pasangan, hingga keluarga dengan anak, tanpa kehilangan kualitas adaptabilitasnya. Dalam proses ini, modularitas menjadi kunci untuk menghadirkan rumah tumbuh yang tidak hanya fungsional, tetapi juga berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan gagasan Wallance (2021), di mana arsitektur modular adalah masa depan bagi fleksibilitas untuk keberlanjutan.

Namun, terdapat kelemahan yang harus diatasi, seperti keterbatasan modularitas dalam merespons konteks lahan dengan ukuran atau bentuk yang tidak ideal. Selain itu, konstruksi kering mungkin memerlukan material khusus dan keahlian teknis tertentu yang belum merata di seluruh wilayah, sehingga dapat memengaruhi aksesibilitas dan implementasi pada skala yang lebih luas. Selain itu, penggunaan sekat fleksibel seperti tirai mungkin belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan privasi dalam skenario penghuni dengan anggota keluarga yang lebih kompleks.

Untuk penelitian lanjutan, pendekatan desain modular dapat dikembangkan lebih jauh dengan mengeksplorasi material lokal yang ramah lingkungan serta teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi konstruksi. Selain itu, iterasi desain dengan simulasi berbagai skenario kehidupan dapat menjadi langkah penting untuk memvalidasi fleksibilitas dan efektivitas modularitas dalam konteks yang lebih luas, seperti kawasan urban padat. Pengembangan metode evaluasi pasca-konstruksi juga dapat memberikan wawasan penting untuk menyempurnakan pendekatan desain modular sebagai solusi arsitektur yang inovatif dan responsif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Widyarthi, Hamka, & Sri Winarni. (2020). Metode Desain Arsitek Di Malang Dalam Mendesain Rumah Tinggal-Studi Objek: Rumah Tinggal Arsitek Di Malang Metode Desain Arsitek Dalam Mendesain Rumah Tinggal Studi Objek: Rumah Tinggal Arsitek Di Malang. *PAWON: Jurnal Arsitektur*, 1(4), 1–12.
- Aldi, M., Alkatiri, A. A. A., Latif, S., & Amalia, A. A. (2023). Konsep Pemukiman Nelayan Tangguh Bencana dengan Sistem Modular: Studi Kasus Dusun Lamangkia Takalar. *Journal of Green Complex Engineering*, 1(1), 21–32.
- 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.
- Brand, S. (1995). *How buildings learn: What happens after they're built*. Penguin.
- Carissa, C., Larasati, D., Triyadi, S., & Slamet, V. (2022). Evaluasi Modul RISHA pada Rumah Susun Kampung Deret Petogogan. *Journal of Sustainable Construction*, 1(2), 19–32.
- Duffy, F. (1990). Measuring building performance. *Facilities*.
- Fajargde, R. M., Selvia, S., & Humaeni, M. (2024). *ANALISIS DESAIN PROTOTYPE MODUL KOMPONEN BANGUNAN RUMAH SUBSIDI METODE PRACETAK*. Nusa Putra University.
- Groat, L. N., & Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=0jADDQAAQBAJ>
- Iqbal, M. N. M., & Ujianto, B. T. (2021). Alternatif Desain Rumah Tumbuh Modular Sistem Pre-Fabrikasi Risha. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 5(1), 53–62.
- Lucas, R. (2016). *Research methods for architecture*. Hachette UK.
- Özinal, D., Erman, O., & others. (2021). Housing flexibility in terms of changes, opportunities, and sustainability of goals and values. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 2(2), 187–205.
- Plowright, P. (2014). *Revealing architectural design : methods, frameworks and tools*. London New York: Routledge.
- Raihan, M., & Sulthan, F. (2020). Penerapan konsep rumah tumbuh pada teknologi struktur RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat). *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 355–362.
- Ramadhani, V. M. (2021). Preferensi Pilihan Jenis Hunian Berdasarkan Perilaku Belanja Generasi Z. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 5(2), 223–238. <https://doi.org/10.36040/pawon.v5i2.3672>
- Redyantanu, B. P. (2023). Fleksibilitas Dan Adaptabilitas Ruang Domestik Berbasis Arsitektur Keseharian. *Idealog: Ide Dan Dialog Desain Indonesia*, 8(1), 14. Retrieved from <http://journals.telkomuniversity.ac.id/idealog/article/view/5455>
- Redyantanu, B. P., & Damayanti, R. (2017). TEMPORALITY IN A

- DISCUSSION OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 44(2), 163–170.
- Redyantanu, B. P., & Sunaryo, R. G. (2024). Rethinking modularity as contextual design thinking. *Arsnet*, 4(1), 36–53.
- Sassi, P. (2006). *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis.
- Schneider, T., & Till, J. (2007). *Flexible housing*. Architectural press.
- Schön. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1988). Designing: Rules, types and words. *Design Studies*, 9(3), 181–190. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(88\)90047-6](https://doi.org/10.1016/0142-694X(88)90047-6)
- Schon, D. A., & DeSanctis, V. (1986). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Taylor & Francis.
- Setiawan, B., Indrajit, R. E., & Dazki, E. (2022). Bangunan modular Low-Rise Untuk Rumah tinggal di Kawasan Kabupaten Tangerang. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 147–156.
- 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.
- Siregar, N. (2024). Menggali Potensi Arsitektur Modular: Membangun dengan Fleksibilitas dan Efisiensi. *WriteBox*, 1(3).
- Till, J. (2012). Is doing architecture doing research? *4IAU 4ª Jornadas Internacionales Sobre Investigación En Arquitectura y Urbanismo, Valencia, 2011*.
- Verbeke, J. (2013). This is research by design. In *Design research in architecture* (pp. 137–160). Routledge.
- Wainer, L. S., Ndengeyingoma, B., & Murray, S. (2016). Incremental housing, and other design principles for low-cost housing. *International Growth Center*, 2(5), 1–36.
- Wallance, D. (2021). *The future of modular architecture*. Routledge.
- 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*.