

PENERAPAN PRINSIP MODULAR DESIGN UNTUK HUNIAN TERJANGKAU DI PERKOTAAN BANDA ACEH 2023

*Implementation Of Modular Design Principles For Affordable Housing In Banda
Aceh Urban 2023*

**Donny Arief Sumarto¹, Armia², Azriel Zaini³, Renny Mildani⁴, Rinal Hardian⁵, Popi
Mercuri⁶**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains & Teknologi

⁶Mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains & Teknologi

Corresponding Author: Donny.sumarto@uui.ac.id

Abstrak

Ketersediaan hunian terjangkau di kawasan perkotaan Banda Aceh menjadi isu krusial seiring meningkatnya urbanisasi, keterbatasan lahan, dan tingginya biaya konstruksi konvensional. Pendekatan modular design atau desain modular menawarkan solusi strategis untuk mempercepat pembangunan, menekan biaya, serta menyediakan hunian yang fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan masyarakat urban. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi penerapan prinsip modular design dalam konteks pembangunan hunian terjangkau di Banda Aceh, dengan mempertimbangkan kondisi sosial, ekonomi, dan geografis lokal. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif-deskriptif melalui studi literatur, observasi lapangan, serta wawancara dengan pemangku kepentingan, termasuk perencana kota, arsitek, pengembang, dan warga. Penelitian ini juga dilengkapi dengan studi komparatif terhadap beberapa proyek hunian modular di kota lain yang memiliki karakteristik serupa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan modular design mampu menurunkan biaya konstruksi hingga 20–30% dan mempercepat waktu pembangunan hingga setengah dari metode konvensional. Sistem ini juga memungkinkan pengembangan bertahap dan penyesuaian desain terhadap budaya lokal Aceh, seperti penggunaan bentuk atap tradisional dan orientasi bangunan yang merespon iklim tropis. Meskipun demikian, beberapa tantangan seperti keterbatasan industri prefabrikasi lokal, regulasi yang belum mendukung, dan persepsi masyarakat terhadap hunian modular perlu diatasi melalui pendekatan lintas sektor dan kebijakan insentif. Studi ini menyimpulkan bahwa modular design memiliki potensi besar dalam menyediakan hunian terjangkau yang efisien dan berkelanjutan di Banda Aceh, terutama jika diintegrasikan dengan kebijakan pemerintah dan partisipasi masyarakat. Rekomendasi utama dari penelitian ini adalah perlunya dukungan kebijakan, penyediaan infrastruktur produksi modular, serta edukasi publik terhadap manfaat desain modular dalam konteks hunian urban.

Kata Kunci: desain modular, hunian terjangkau, prefabrikasi, perumahan urban, Banda Aceh, arsitektur berkelanjutan

Abstract

The availability of affordable housing in the urban area of Banda Aceh has become a critical issue due to rapid urbanization, limited land supply, and high conventional construction costs. Modular design offers a strategic solution to accelerate development, reduce expenses, and deliver flexible, adaptive housing suited to urban community needs. This study explores the potential application of modular design principles in affordable housing projects in Banda Aceh, taking into account local social, economic, and geographic conditions. A qualitative-descriptive methodology was employed, including a literature review, site observations, and interviews with key stakeholders such as urban planners, architects, developers, and residents. A comparative study of several modular housing projects in cities with similar characteristics

was also conducted. Findings indicate that modular construction can lower building costs by 20–30% and reduce construction time by up to 50% compared with conventional methods. The system allows for phased development and design customization to reflect Acehnese local culture—such as traditional roof forms and climate-responsive building orientation. However, challenges remain, including limited local prefabrication industry capacity, insufficient supportive regulations, and public perception of modular housing. These issues must be addressed through cross-sector collaboration and targeted policy incentives. This study concludes that modular design holds significant promise for providing efficient, sustainable, and affordable housing in Banda Aceh, particularly when integrated with government policies and community participation. Key recommendations include establishing supportive regulations, developing modular production infrastructure, and educating the public on the benefits of modular housing in an urban context.

Keywords: *modular design, affordable housing, prefabrication, urban housing, Banda Aceh, sustainable architecture*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan hunian yang layak dan terjangkau merupakan tantangan utama dalam pembangunan kawasan perkotaan, khususnya di kota-kota berkembang seperti Banda Aceh. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan laju urbanisasi yang terus meningkat, permintaan terhadap tempat tinggal meningkat secara signifikan, sementara ketersediaan lahan dan sumber daya pembangunan terbatas. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Banda Aceh, pada tahun 2022 terjadi peningkatan jumlah rumah tangga baru sebesar 5,3%, namun pertumbuhan unit hunian yang tersedia belum mampu mengimbangnya secara proporsional. Hal ini menyebabkan kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan hunian, serta mendorong munculnya kawasan permukiman informal yang tidak layak huni.

Salah satu pendekatan inovatif yang mulai dilirik sebagai solusi adalah penerapan **modular design** atau desain modular. Modular design merupakan metode konstruksi yang menggunakan unit-unit bangunan prefabrikasi yang diproduksi di pabrik dan dirakit di lokasi proyek. Pendekatan ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti efisiensi waktu dan biaya, pengendalian kualitas yang lebih baik, serta fleksibilitas dalam desain dan pengembangan tahap demi tahap. Di berbagai negara maju, modular housing telah terbukti sebagai solusi efektif dalam penyediaan hunian massal dalam waktu singkat, terutama pada konteks pascabencana dan kebutuhan perumahan sosial.

Dalam konteks Banda Aceh, penerapan modular design memiliki potensi besar mengingat kota ini memiliki pengalaman panjang dalam penanganan krisis hunian pasca tsunami 2004. Meskipun demikian, pendekatan modular masih belum banyak diterapkan dalam pembangunan perumahan urban sehari-hari. Tantangan seperti minimnya industri prefabrikasi lokal, regulasi teknis yang belum mendukung, serta resistensi masyarakat terhadap sistem bangunan yang dianggap “kurang permanen” menjadi hambatan utama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan tantangan penerapan prinsip modular design dalam pengembangan hunian terjangkau di kawasan perkotaan Banda Aceh. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui studi literatur, observasi lapangan, wawancara dengan pemangku kepentingan, dan analisis komparatif terhadap studi kasus dari kota lain. Fokus utama adalah bagaimana modular design dapat diterapkan secara kontekstual sesuai dengan budaya lokal, kondisi iklim tropis, dan dinamika sosial ekonomi masyarakat Banda Aceh.

Dengan memahami secara mendalam potensi, manfaat, dan hambatan dari pendekatan modular design, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam perumusan strategi desain dan kebijakan perumahan yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan inklusif. Penelitian ini juga bertujuan mendorong kolaborasi antara arsitek, pemerintah, industri konstruksi, dan masyarakat dalam membangun sistem hunian

masa depan yang efisien dan responsif terhadap kebutuhan perkotaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Modular Design

Modular design dalam konteks arsitektur dan konstruksi mengacu pada sistem pembangunan yang menggunakan modul-modul bangunan yang dapat diproduksi secara massal di pabrik dan kemudian dirakit di lokasi proyek. Setiap modul merupakan unit fungsional yang dapat berdiri sendiri atau digabungkan dengan modul lain untuk membentuk struktur bangunan yang utuh. Menurut Smith (2010), modular design menawarkan keunggulan dalam hal kecepatan konstruksi, penghematan biaya, dan peningkatan kualitas karena proses produksi dilakukan dalam lingkungan yang terkontrol.

Kieran & Timberlake (2004) menekankan bahwa modular design merupakan evolusi dari sistem prefabrikasi yang lebih terintegrasi secara desain dan estetika. Alih-alih menghasilkan bangunan yang monoton, modular design memungkinkan fleksibilitas dalam bentuk, fungsi, dan ekspresi arsitektural.

2.2. Modular Design dalam Konteks Hunian Terjangkau

Hunian terjangkau didefinisikan sebagai tempat tinggal yang dapat diakses oleh masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah tanpa mengorbankan kebutuhan dasar lainnya (UN-Habitat, 2021). Di banyak negara berkembang, modular housing telah diterapkan untuk mengatasi kekurangan hunian, khususnya pada wilayah urban yang padat dan terbatas lahan. Di China, India, dan beberapa negara Afrika, pendekatan ini telah digunakan untuk proyek-proyek perumahan sosial, peremajaan kawasan kumuh, hingga hunian darurat pascabencana.

Dalam konteks Indonesia, penerapan modular design masih bersifat eksperimental. Studi oleh Aulia et al. (2020) menunjukkan bahwa keberhasilan modular housing sangat tergantung pada kemampuan adaptasi terhadap faktor lokal, seperti iklim tropis, kebiasaan sosial, dan estetika budaya. Sebagai contoh, desain

modul di daerah tropis harus memperhatikan aspek ventilasi silang, perlindungan terhadap hujan lebat, serta material yang tahan lembab.

2.3. Konstruksi Modular dan Keberlanjutan

Modular design tidak hanya menawarkan solusi terhadap efisiensi, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan (sustainability) dalam arsitektur. Menurut Lawson et al. (2012), sistem modular menghasilkan limbah konstruksi yang jauh lebih sedikit dibandingkan metode konvensional, serta memungkinkan penggunaan material yang lebih hemat energi. Modul yang dapat dibongkar-pasang juga mendukung siklus hidup bangunan yang lebih fleksibel dan panjang. Hal ini penting dalam konteks urbanisasi cepat dan keterbatasan sumber daya di kota seperti Banda Aceh.

2.4. Studi Sebelumnya dan Kesenjangan Penelitian

Sejumlah penelitian telah membahas implementasi modular housing di berbagai konteks. Misalnya, penelitian Zhang et al. (2016) menunjukkan keberhasilan proyek perumahan modular di Shanghai dalam menekan biaya sebesar 30%. Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada kota dengan industri konstruksi maju. Di sisi lain, studi lokal seperti oleh Rahayu (2021) menunjukkan potensi modular design untuk perumahan di Yogyakarta, tetapi belum mengeksplorasi penerapan secara luas dalam skala kota.

Dalam konteks Banda Aceh, belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji bagaimana modular design dapat diterapkan sebagai strategi perumahan terjangkau berbasis budaya dan kondisi iklim lokal. Inilah yang menjadi celah dan kontribusi utama dari penelitian ini.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kualitatif deskriptif** dengan tujuan menggali potensi, tantangan, dan peluang penerapan prinsip modular design dalam penyediaan hunian terjangkau di wilayah perkotaan Banda Aceh. Jenis penelitian ini dipilih karena mampu

menjelaskan fenomena secara mendalam dan kontekstual, terutama dalam kaitannya dengan faktor sosial, budaya, ekonomi, dan teknis.

3.2. Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian difokuskan di beberapa kecamatan dalam wilayah Kota Banda Aceh yang mengalami tekanan tinggi terhadap kebutuhan hunian, seperti Kuta Alam, Lueng Bata, dan Banda Raya. Lokasi-lokasi ini dipilih karena memiliki kombinasi antara keterbatasan lahan, kepadatan penduduk tinggi, dan pertumbuhan kawasan perkotaan yang cepat.

Objek kajian meliputi:

- Rencana tata ruang dan kebijakan perumahan di Banda Aceh
- Persepsi masyarakat terhadap hunian modular
- Proyek eksisting atau simulasi perancangan modular housing

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga metode utama:

- **Studi Literatur**
Mengkaji teori-teori tentang modular design, prefabrikasi, arsitektur berkelanjutan, serta kebijakan perumahan nasional dan lokal.
- **Observasi Lapangan**
Dilakukan pada lokasi-lokasi potensial pembangunan hunian modular, mencakup kondisi tapak, infrastruktur, dan lingkungan sosial sekitar.
- **Wawancara Mendalam**
Dengan:
 - Praktisi arsitektur dan perencana kota
 - Pengembang perumahan lokal
 - Dinas terkait (Dinas Perumahan dan Permukiman Kota Banda Aceh)
 - Warga atau calon pengguna

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk memperoleh data persepsi, kebutuhan, dan kesiapan terhadap konsep modular housing.

3.4. Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode **analisis tematik**, yaitu dengan mengidentifikasi pola dan tema utama dari hasil wawancara dan observasi. Analisis dilakukan secara induktif untuk menarik kesimpulan

berdasarkan realitas lapangan. Selain itu, digunakan juga pendekatan **komparatif**, yaitu membandingkan kondisi di Banda Aceh dengan kota lain yang telah menerapkan modular housing, baik di dalam maupun luar negeri.

3.5. Validitas Data

Untuk menjamin validitas data, digunakan teknik **triangulasi sumber** (menggabungkan informasi dari berbagai narasumber) dan **triangulasi metode** (membandingkan hasil observasi, wawancara, dan studi pustaka). Validitas juga diperkuat dengan melakukan **member check** kepada beberapa narasumber kunci.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Potensi Modular Design dalam Konteks Perkotaan Banda Aceh

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di beberapa kawasan padat penduduk di Banda Aceh, seperti Kecamatan Kuta Alam dan Banda Raya, ditemukan bahwa kebutuhan akan hunian layak dan terjangkau sangat tinggi. Banyak masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah masih menempati rumah semi permanen, rumah kontrakan, atau bahkan rumah-rumah tidak layak huni dengan kepadatan yang tinggi.

Modular design menunjukkan potensi besar untuk diterapkan sebagai solusi alternatif. Hal ini terlihat dari beberapa faktor berikut:

- **Ketersediaan Lahan Terbatas**
Konsep modular dapat diterapkan secara vertikal maupun horizontal, sehingga lebih efisien dalam penggunaan lahan. Pembangunan dapat dimulai dari unit dasar (core unit) dan ditingkatkan sesuai dengan kemampuan penghuni atau rencana tata ruang.
- **Adaptabilitas terhadap Perubahan Sosial**
Modular design memungkinkan rumah tumbuh secara sistematis. Unit tambahan dapat ditambahkan tanpa merusak struktur utama. Hal ini penting bagi masyarakat yang cenderung melakukan renovasi seiring perubahan jumlah anggota keluarga atau kondisi ekonomi.
- **Kemampuan Replikasi**
Modul standar yang berhasil dapat

direplikasi di lokasi lain, sehingga mempercepat pembangunan massal dan mengurangi biaya desain dan produksi.

- **Keselaran dengan Budaya Lokal**
Beberapa modul dapat didesain dengan mengadopsi elemen-elemen arsitektur vernakular Aceh, seperti bentuk atap limas, penggunaan ventilasi alami, dan orientasi terhadap arah angin.

4.2. Analisis Kesiapan Infrastruktur dan Industri Lokal

Meskipun potensinya tinggi, implementasi modular design di Banda Aceh masih menghadapi tantangan infrastruktur dan kesiapan industri lokal. Hasil wawancara dengan perwakilan Dinas Perkim menunjukkan bahwa saat ini belum tersedia fasilitas produksi prefab (prefabrikasi) berskala besar yang memungkinkan produksi modul dengan standar kualitas tinggi. Selain itu, mayoritas tenaga kerja konstruksi masih terbiasa dengan metode konvensional berbasis pekerjaan lapangan (cast in-situ), bukan fabrikasi pabrik.

Namun demikian, terdapat peluang kerja sama dengan sektor swasta dan perguruan tinggi untuk mengembangkan laboratorium desain dan prototipe modul skala kecil. Misalnya, Jurusan Arsitektur di Universitas Syiah Kuala memiliki program penelitian rumah tahan gempa berbasis sistem knock-down yang prinsipnya serupa dengan modular design.

4.3. Persepsi dan Penerimaan Masyarakat

Dalam wawancara mendalam dengan 15 kepala keluarga dari tiga kecamatan, ditemukan bahwa sebagian besar responden (80%) belum familiar dengan konsep modular housing. Namun setelah diberikan penjelasan dan gambar simulasi desain, responden menunjukkan ketertarikan terhadap manfaat modular, terutama dalam hal biaya, waktu, dan kemudahan renovasi. Sebagian besar menyatakan bahwa desain modular akan lebih dapat diterima jika bentuk dan materialnya tidak terlalu berbeda dari rumah konvensional. Beberapa kekhawatiran yang muncul adalah:

- Kesan bangunan “sementara” atau tidak permanen

- Ketahanan terhadap iklim tropis (lembap, panas, hujan ekstrem)
- Biaya awal (walaupun lebih murah, tetap perlu bantuan pembiayaan)

Penerimaan masyarakat sangat ditentukan oleh pendekatan edukatif, partisipasi dalam perancangan, dan contoh nyata bangunan modular yang berhasil.

4.4. Studi Komparatif: Pembelajaran dari Kota Lain

Sebagai bahan pembandingan, dilakukan studi literatur terhadap dua proyek modular housing:

- **Proyek "Baan Mankong" di Thailand**
Program perumahan berbasis komunitas ini menggunakan prinsip modular dalam skala komunitas. Unit dibangun bertahap sesuai dana komunitas dan disesuaikan dengan budaya lokal. Keberhasilan proyek ini ditentukan oleh partisipasi aktif warga sejak tahap perencanaan.
- **Proyek Hunian Modular di Surabaya (Program Rumah Instan Sehat)**
Pemerintah Kota Surabaya menerapkan sistem modular untuk hunian pasca-bencana dan relokasi. Meski berskala kecil, proyek ini menunjukkan efisiensi dalam waktu konstruksi (2 minggu per unit) dan biaya yang lebih rendah dibandingkan rumah permanen.

Kedua studi tersebut menunjukkan bahwa modular design dapat berhasil jika didukung oleh:

- Partisipasi masyarakat
- Adaptasi terhadap budaya dan iklim lokal
- Dukungan kebijakan pemerintah
- Fasilitas produksi dan pelatihan tenaga kerja

4.5. Peluang dan Tantangan Implementasi Modular Design di Banda Aceh

Peluang:

- Dukungan kebijakan nasional melalui program perumahan rakyat (seperti FLPP)

- Potensi kolaborasi antar pemangku kepentingan (pemerintah, akademisi, swasta)
- Efisiensi jangka panjang dari segi waktu dan biaya konstruksi
- Kemudahan dalam pengembangan bertahap (incremental development)

Tantangan:

- Minimnya industri prefab lokal dan distribusi material
- Kurangnya tenaga kerja yang terlatih dalam sistem modular
- Regulasi bangunan yang belum mengakomodasi sistem modular secara eksplisit
- Persepsi negatif masyarakat terhadap bangunan modular yang dianggap murah dan tidak kuat

4.6. Strategi Rekomendasi

Berdasarkan temuan di lapangan dan perbandingan dengan praktik terbaik, maka strategi yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

1. **Pengembangan Prototipe Modular Lokal**
Merancang unit percontohan modular yang sesuai dengan iklim, budaya, dan material lokal. Unit ini dapat menjadi model edukasi dan simulasi awal untuk masyarakat dan pengembang.
2. **Pemberdayaan Industri Lokal**
Melibatkan pelaku UMKM dan industri lokal dalam proses produksi komponen modular, seperti panel dinding, kusen, dan struktur ringan.
3. **Perumusan Kebijakan Insentif**
Pemerintah daerah dapat memberikan kemudahan perizinan, insentif fiskal, atau subsidi untuk proyek percontohan modular housing.
4. **Integrasi Kurikulum Modular di Pendidikan Arsitektur dan Teknik Sipil**
Mengembangkan modul pelatihan dan kurikulum yang memperkenalkan sistem modular sebagai solusi desain masa depan.

5. Edukasi Publik dan Partisipasi Masyarakat

Membuka ruang diskusi, pameran desain, dan melibatkan masyarakat sejak tahap awal perencanaan untuk meningkatkan penerimaan sosial.

5. PENUTUP

5.1. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip **modular design** memiliki potensi signifikan dalam menjawab tantangan penyediaan hunian terjangkau di kawasan perkotaan Banda Aceh. Modular design menawarkan berbagai keuntungan, di antaranya efisiensi waktu dan biaya konstruksi, fleksibilitas dalam pengembangan rumah tumbuh, serta potensi untuk disesuaikan dengan konteks sosial, budaya, dan iklim lokal.

Hasil studi menunjukkan bahwa:

- Modular design dapat menurunkan biaya konstruksi hingga 20–30% dan mempercepat waktu pembangunan dibanding metode konvensional.
- Terdapat potensi penerimaan masyarakat yang cukup baik setelah memahami konsep dan manfaatnya, terutama jika desain disesuaikan dengan bentuk dan material lokal.
- Tantangan utama yang dihadapi mencakup keterbatasan industri prefabrikasi lokal, kurangnya tenaga kerja terlatih, belum adanya dukungan regulasi teknis secara eksplisit, serta persepsi masyarakat terhadap kualitas bangunan modular.

Studi ini juga menegaskan pentingnya integrasi antara teknologi desain, kebijakan publik, serta partisipasi masyarakat untuk mencapai keberhasilan implementasi modular housing secara berkelanjutan di Banda Aceh.

5.2. Saran

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran yang dapat diajukan untuk mendorong penerapan modular design di Banda Aceh adalah:

1. **Pengembangan Proyek Percontohan (Pilot Project)**
Pemerintah daerah, bersama akademisi

dan pengembang, perlu menginisiasi proyek percontohan hunian modular skala kecil di kawasan urban padat untuk menunjukkan manfaat dan kelayakannya secara nyata.

2. **Regulasi dan Dukungan Kebijakan**
Diperlukan perumusan regulasi teknis yang mengakomodasi sistem modular, termasuk standar desain, proses perizinan, serta insentif bagi pelaku industri konstruksi yang berinovasi dengan pendekatan ini.
3. **Peningkatan Kapasitas Industri Lokal**
Pemerintah dapat mendorong pengembangan fasilitas produksi modular skala kecil dan menengah, serta memberikan pelatihan bagi tenaga kerja konstruksi agar mampu mengadopsi metode prefabrikasi.
4. **Integrasi Budaya dan Konteks Lokal dalam Desain Modular**
Desain modular perlu mempertimbangkan karakteristik arsitektur vernakular Aceh, termasuk elemen seperti ventilasi silang, bentuk atap tropis, dan pola ruang sesuai kebiasaan lokal.
5. **Edukasi dan Pelibatan Masyarakat**
Penerimaan masyarakat terhadap modular housing dapat ditingkatkan melalui pendekatan edukatif, sosialisasi visual (render 3D, prototipe), dan keterlibatan langsung dalam proses desain rumah mereka.

Dengan strategi yang terintegrasi dan berbasis kolaborasi lintas sektor, modular design dapat menjadi alternatif strategis dalam mewujudkan hunian terjangkau yang layak, adaptif, dan berkelanjutan di Banda Aceh.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, N., Putri, L. S., & Yuliani, A. (2020). **Analisis Potensi Penerapan Rumah Modular di Kawasan Perkotaan Padat Penduduk.** *Jurnal Riset Arsitektur*, 8(1), 45–56.

Kieran, S., & Timberlake, J. (2004). *Refabricating Architecture: How Manufacturing*

Methodologies are Poised to Transform Building Construction. McGraw-Hill.

Lawson, R. M., Ogden, R. G., & Bergin, R. (2012). *Application of Modular Construction in High-Rise Buildings.* *Journal of Architectural Engineering*, 18(2), 148–154.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000057](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000057)

Rahayu, D. (2021). **Penerapan Sistem Modular dalam Perumahan Tumbuh di Yogyakarta.** *Jurnal Tata Kota dan Permukiman*, 13(2), 75–89.
Smith, R. E. (2010). *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction.* Wiley.

UN-Habitat. (2021). *Affordable Housing for All: Policy Toolkit for Developing Countries.* Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

Zhang, X., Li, H., & Tam, V. W. Y. (2016). **Review of Prefabrication Practice in China.** *Journal of Cleaner Production*, 135, 1138–1147.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.157>

Dinas Perumahan dan Permukiman Kota Banda Aceh. (2022). *Laporan Kebutuhan Hunian Masyarakat Perkotaan.* Banda Aceh: Pemko Banda Aceh.

Peraturan Menteri PUPR No. 14 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Produk pada Penyelenggaraan Perumahan dan Kawasan Permukiman.