

Strategi Inklusivitas Rumah Subsidi Bertumbuh: Kajian Interdisipliner dalam Konteks Perkotaan Padat

Inclusive Strategy for Incremental Subsidized Housing: An Interdisciplinary Study in the Context of Dense Urban Areas

Mikhratz Amin¹, Aghnia Zahrah^{1*}, Pratitou Arafat¹, Alvisyahri², Syahrul Fathi³

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat, Indonesia

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat, Indonesia

*Corresponding author: aghniazahrah@usk.ac.id

Kata Kunci:

Inklusivitas, kajian literature, manajemen konstruksi, rumah subsidi, sistem mekanikal

ABSTRAK

Permintaan terhadap hunian terjangkau di kawasan perkotaan terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan keterbatasan lahan. Program rumah subsidi menjadi salah satu solusi yang ditawarkan pemerintah, namun masih menghadapi tantangan dari sisi harga, kualitas ruang, dan efisiensi sistem bangunan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi strategi penyediaan rumah subsidi yang inklusif dengan pendekatan lintas disiplin, mencakup arsitektur, manajemen konstruksi, dan mekanikal-terapan. Metode yang digunakan adalah kajian literatur terhadap 10 artikel ilmiah terbitan 2015–2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa desain rumah tumbuh yang fleksibel dapat meningkatkan fungsi ruang jangka panjang. Dari sisi manajemen konstruksi, strategi seperti pengadaan material bertahap, sistem borongan, dan pengawasan rutin dapat menekan biaya tanpa teknologi tinggi. Sementara itu, sistem mekanikal pasif seperti ventilasi alami, pencahayaan alami, dan insulasi dasar terbukti meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan ruang. Kesimpulannya, rumah subsidi yang inklusif dapat diwujudkan melalui sinergi desain adaptif, pengelolaan proyek yang efisien, dan teknologi sederhana yang sesuai konteks. Tulisan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pendekatan lintas disiplin untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi rumah subsidi di kawasan perkotaan.

Keywords:

Inclusivity, literature review, mechanical systems, simple construction management, subsidized housing

ABSTRACT

The demand for affordable housing in urban areas continues to rise due to population growth and limited land availability. Subsidized housing programs are one of the government's solutions, yet they still face challenges related to cost, spatial quality, and building system efficiency. This study aims to identify inclusive strategies for providing subsidized housing through an interdisciplinary approach involving architecture, construction management, and mechanical systems. The method used is a literature review of 10 scientific articles published between 2015 and 2025. The findings show that flexible incremental housing design can improve long-term spatial functionality. In terms of construction management, strategies such as phased material procurement, lump-sum labor systems, and regular site supervision can reduce costs without relying on advanced technologies. Meanwhile, passive mechanical systems such as natural ventilation, daylighting, and basic insulation have been proven to enhance energy efficiency and indoor comfort. In conclusion, inclusive subsidized housing can be achieved through the synergy of adaptive design, efficient project management, and simple, context-sensitive technologies. This paper is expected to contribute to a cross-disciplinary approach to improving the quality and efficiency of housing subsidies in urban areas.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kawasan perkotaan di Indonesia yang semakin padat telah mendorong meningkatnya kebutuhan terhadap penyediaan hunian yang layak dan terjangkau, khususnya bagi kelompok masyarakat berpenghasilan rendah. Program rumah subsidi menjadi salah satu upaya strategis pemerintah dalam menjawab tantangan ini. Namun, dalam pelaksanaannya, berbagai permasalahan masih dihadapi, seperti keterbatasan lahan, rendahnya kualitas bangunan, keterbatasan akses terhadap fasilitas dasar, serta kurangnya fleksibilitas ruang untuk berkembang. Di sisi lain, upaya pembangunan perumahan bersubsidi juga perlu mempertimbangkan prinsip inklusivitas, tidak hanya dalam aspek sosial seperti keterjangkauan oleh berbagai kelompok masyarakat, tetapi juga dalam aspek teknis yang melibatkan desain arsitektural, efisiensi konstruksi, dan sistem utilitas bangunan.



Gambar 1. Gap Analisis
Sumber: Analisis Pribadi, 2025

Sejauh ini, sebagian besar kajian mengenai rumah subsidi di Indonesia masih berfokus pada aspek pembiayaan dan kebijakan, sementara integrasi pendekatan interdisipliner yang menggabungkan arsitektur, manajemen konstruksi, dan mekanikal-terapan dalam konteks inklusivitas masih jarang dilakukan secara komprehensif. Selain itu, penelitian yang mengaitkan strategi desain fleksibel, teknologi konstruksi hemat biaya, dan sistem utilitas hemat energi dalam satu kerangka pembangunan rumah subsidi yang berkelanjutan masih sangat terbatas. Hal ini menciptakan kesenjangan pengetahuan yang penting untuk dijawab, terutama dalam konteks kawasan perkotaan padat di Indonesia.

Dalam konteks tersebut, penting untuk mengkaji strategi pembangunan rumah subsidi yang tidak hanya efisien secara biaya tetapi juga inklusif secara sosial, spasial, dan teknis. Pendekatan interdisipliner yang melibatkan bidang arsitektur, teknik sipil (khususnya manajemen konstruksi), dan teknik mesin (dalam hal sistem mekanikal dan efisiensi energy pada utilitas bangunan) menjadi relevan untuk dieksplorasi secara komprehensif. Desain arsitektural yang fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan penghuninya dapat meningkatkan kenyamanan dan keberlanjutan hunian. Di sisi lain, strategi konstruksi seperti penggunaan teknologi prefabrikasi dan modular diyakini dapat mengurangi waktu dan biaya pembangunan secara signifikan. Sementara itu, dari sisi teknik mesin, efisiensi sistem mekanikal seperti ventilasi, pencahayaan alami, dan sistem pendingin ruangan turut menentukan kualitas hidup penghuni sekaligus menekan biaya operasional.

Dalam kerangka pemikiran tersebut, tulisan ini bertujuan untuk mengkaji berbagai temuan literatur terkini dalam 10 tahun terakhir mengenai strategi inklusivitas rumah subsidi dengan pendekatan interdisipliner. Kajian literatur ini difokuskan pada penyediaan rumah subsidi bertumbuh yang tidak hanya menjawab kebutuhan tempat tinggal tetapi juga memungkinkan peningkatan kualitas hidup penghuninya secara

berkelanjutan. Bagaimana lintas disiplin, mencakup arsitektur, manajemen konstruksi, dan mekanikal-terapan dapat menjadi strategi untuk mewujudkan inklusivitas pada hunian. Fokus pembahasan diarahkan pada tiga domain utama: desain arsitektural yang inklusif dan efisien, strategi manajemen konstruksi yang menekan biaya tanpa mengorbankan kualitas, serta teknologi sistem bangunan yang hemat energi dan mudah perawatan.

Tulisan ini dibatasi pada analisis literatur sekunder dari jurnal-jurnal bereputasi internasional dan nasional yang relevan, dengan ruang lingkup antara tahun 2015 hingga 2025. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang praktik terbaik dan tantangan dalam penyediaan rumah subsidi inklusif di lingkungan perkotaan padat, serta menjadi masukan awal bagi pengembangan kebijakan dan perancangan proyek-proyek serupa di masa mendatang.

KAJIAN LITERATUR

Berbagai literatur menunjukkan bahwa penyediaan rumah subsidi yang inklusif di kawasan perkotaan padat memerlukan pendekatan yang tidak hanya mempertimbangkan aspek biaya, tetapi juga fleksibilitas desain dan efisiensi sistem bangunan.

Dalam konteks perancangan arsitektur, Madell (2025) menjelaskan bahwa pendekatan kebijakan perumahan inklusif mendorong praktik perancangan yang lebih adaptif terhadap kebutuhan sosial dan spasial masyarakat. Hal ini diterjemahkan ke dalam konsep rumah bertumbuh, yakni rumah dengan struktur dasar yang memungkinkan pengembangan bertahap, sesuai kebutuhan dan kemampuan ekonomi penghuni. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan ruang, tetapi juga memperpanjang umur guna bangunan melalui efisiensi penggunaan lahan dan bahan.

Dari sisi sistem mekanikal bangunan, studi oleh Fahmi & Sari (2025) mengungkap bahwa efisiensi energi dalam rumah subsidi sangat bergantung pada desain pasif, seperti ventilasi silang, pencahayaan alami, dan insulasi sederhana. Teknologi ini terbukti mampu menurunkan konsumsi energi tanpa menambah beban biaya konstruksi yang signifikan. Pendekatan ini juga didukung oleh Iskandar et al. (2016), yang menunjukkan bahwa analisis biaya siklus hidup (*life cycle cost*) perlu menjadi acuan dalam merancang sistem bangunan yang hemat biaya operasional sekaligus ramah lingkungan.

Secara umum, literatur yang dikaji mengindikasikan pentingnya pendekatan interdisipliner dalam pembangunan rumah subsidi yang inklusif. Ketika desain arsitektural, strategi konstruksi, dan sistem utilitas dirancang secara terpadu, maka akan tercipta hunian yang tidak hanya terjangkau secara ekonomi, tetapi juga layak huni dalam jangka panjang. Meskipun demikian, sejumlah tantangan tetap ada, terutama pada aspek regulasi, keterbatasan kapasitas teknis, dan minimnya literasi energi di kalangan masyarakat berpenghasilan rendah. Oleh karena itu, literatur menegaskan bahwa pengembangan rumah subsidi yang benar-benar inklusif membutuhkan kolaborasi lintas sektor yang kuat serta kebijakan pendukung yang progresif dan berpihak pada keberlanjutan sosial dan lingkungan.

METODE

Tulisan ini menggunakan pendekatan kajian literatur (*literature review*) dengan menggunakan metode *systematic literature review* (SLR) untuk menelaah strategi inklusivitas dalam pembangunan rumah subsidi di kawasan perkotaan padat. Metode ini dipilih karena mampu menyajikan pemahaman menyeluruh terhadap perkembangan teori, praktik, serta tantangan terkini dari berbagai disiplin ilmu yang terkait arsitektur, manajemen konstruksi, dan mekanikal-terapan. Kajian dilakukan secara sistematis

terhadap jurnal-jurnal ilmiah dalam 10 tahun terakhir (2015–2025) yang relevan dengan topik inklusivitas perumahan, efisiensi biaya konstruksi, desain fleksibel, dan sistem mekanikal bangunan yang efisien.

Pengumpulan sumber dilakukan melalui mesin pencari dan basis data daring. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi seperti: “rumah subsidi” atau “hunian terjangkau” dan “desain inklusif” dan “manajemen konstruksi” dan “sistem mekanikal” dan “efisiensi energi” berbahasa Indonesia atau Inggris. Kriteria inklusivitas artikel meliputi:

1. Penelitian yang membahas perumahan bersubsidi atau hunian terjangkau (*affordable housing*)
2. Topik membahas minimal salah satu dari aspek: desain arsitektur, biaya konstruksi, atau efisiensi sistem mekanikal bangunan
3. Terbit dalam jurnal ilmiah internasional maupun nasional dalam rentang waktu 2015–2025.

Tahapan seleksi artikel jurnal dimulai dengan melakukan pencarian ≥ 100 artikel atau tidak dibatasi jumlahnya melalui mesin pencari dan basis data daring *Open Access (OA)* pada Google Scholar dan Springer. Dari total ≥ 100 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal pencarian di basis data, dilakukan proses *screening* (identifikasi) berdasarkan judul dan abstrak untuk menilai kesesuaian topik dengan fokus penelitian. Tahap ini mengeliminasi artikel yang bersifat duplikat, berada di luar rentang waktu publikasi (2015–2025), atau tidak relevan dengan tiga domain kajian, sehingga tersisa ± 25 artikel. Selanjutnya, dilakukan peninjauan teks penuh (*full-text review*) untuk mengevaluasi kedalaman pembahasan, kualitas metodologis, dan kontribusi terhadap konsep inklusivitas dalam perumahan. Proses ini menghasilkan ± 10 artikel yang memenuhi kriteria inklusi secara ketat, mencerminkan variasi konteks geografis, pendekatan metodologis, serta keseimbangan topik pada arsitektur, manajemen konstruksi, dan sistem mekanikal bangunan. Jumlah akhir ini dinilai memadai karena telah mencapai keterwakilan dan saturasi data (Saunders et al., 2018).

Artikel yang lolos tahap ini kemudian dianalisis secara mendalam dengan mengekstraksi data penting seperti tujuan penelitian, metode yang digunakan, temuan utama, dan kontribusi terhadap pengembangan konsep inklusivitas dalam perumahan. Analisis dilakukan dengan pendekatan tematik, di mana artikel dikategorikan ke dalam tema-tema besar seperti strategi desain arsitektur inklusif, inovasi teknologi konstruksi yang hemat biaya, dan sistem mekanikal efisien untuk perumahan padat. Hasil pengelompokan ini kemudian disintesis untuk memberikan gambaran utuh dan mendalam mengenai integrasi strategi lintas disiplin dalam menciptakan rumah subsidi bertumbuh yang inklusif. Proses seleksi dan inklusi artikel divisualisasikan melalui diagram (Gambar 2), yang memperlihatkan alur dari identifikasi hingga artikel akhir yang dianalisis.



Gambar 2. Alur Pengambilan Sampel Artikel

Sumber: Analisis Pribadi, 2025

Dengan metodologi ini, diharapkan tulisan dapat menghasilkan pemetaan literatur yang komprehensif sekaligus memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi perumahan inklusif yang relevan dengan konteks perkotaan di negara berkembang, khususnya Indonesia.

HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1. Pemetaan Data dari Artikel

No	Sumber	Tujuan Penelitian	Metode	Temuan Utama	Kontribusi Terhadap Inklusivitas
1	Anggun et al. (2025)	Mengintegrasikan konsep <i>sustainable living</i> dalam hunian vertikal	Studi kasus desain	Menemukan pentingnya area komunal & efisiensi lahan vertikal	Meningkatkan akses ruang terbuka bagi masyarakat perkotaan padat
2	Assingkily et al. (2023)	Penerapan arsitektur hijau dalam bangunan serbaguna	Studi desain arsitektur	Pemanfaatan material lokal & ventilasi alami	Meningkatkan kenyamanan termal tanpa energi tinggi
3	Barus & Rahmawati (2025)	Identifikasi faktor kritis desain pasif untuk renovasi rumah subsidi	Studi kuantitatif	Ventilasi silang & orientasi bangunan krusial untuk efisiensi	Menunjang keberlanjutan dan kenyamanan penghuni MBR
4	Elsinga et al. (2020)	Menjabarkan nilai inklusivitas dalam kebijakan perumahan	Kajian teoretis dan kebijakan	Nilai sosial sebagai dasar kebijakan perumahan	Mendorong kebijakan perumahan berbasis nilai inklusi
5	Fahmi & Sari (2025)	Evaluasi elemen desain pasif dalam renovasi rumah subsidi	Studi kasus	Perbaikan desain jendela, insulasi & sirkulasi udara	Meningkatkan kualitas hunian subsidi yang hemat energi
6	Fathi et al. (2023)	Evaluasi teknologi BEIA untuk deteksi korosi beton	Eksperimen laboratorium	Efisiensi deteksi dini kerusakan struktur	Menjamin ketahanan struktur rumah subsidi di lingkungan ekstrem
7	Iskandar et al. (2016)	Perbandingan Life Cycle Cost gedung apartemen	Analisis ekonomi	Investasi awal tinggi seimbang dengan efisiensi jangka panjang	Menawarkan solusi hemat biaya jangka panjang
8	Iswara & Zahrah (2023)	Pendekatan arsitektur berkelanjutan untuk permukiman dhuafa	Studi desain partisipatif	Keterlibatan masyarakat dalam perencanaan	Menumbuhkan rasa memiliki dan keadilan sosial
9	Rauzana et al. (2022)	Identifikasi faktor keterlambatan proyek konstruksi	Survei dan regresi	Faktor manajemen waktu & tenaga kerja dominan	Perencanaan lebih akurat untuk pembangunan perumahan subsidi
10	Madell (2024)	Evaluasi kebijakan inklusi perumahan di Afrika Selatan	Studi kebijakan spasial	Perumahan sebagai alat transformasi spasial	Perumahan inklusif sebagai bagian dari keadilan sosial
11	Zahrah & Gamal (2018)	Menyajikan konsep <i>balanced housing</i>	Studi teoritis-konseptual	Perpaduan antara efisiensi lahan & inklusi sosial	Konsep hunian seimbang berbasis nilai inklusif

No	Sumber	Tujuan Penelitian	Metode	Temuan Utama	Kontribusi Terhadap Inklusivitas
12	Zahrah et al. (2023)	Analisis fasilitas sebagai faktor spasial inklusivitas	Studi lapangan	Fasilitas publik mempengaruhi inklusi sosial	Memastikan akses fasilitas dasar untuk semua penghuni

Sumber: Berbagai sumber, diolah kembali oleh penulis

Strategi Arsitektur Inklusif dalam Hunian Bertumbuh

Desain arsitektur rumah subsidi memegang peran penting dalam menjamin inklusivitas, baik dari sisi aksesibilitas fisik maupun fleksibilitas penggunaan ruang. Studi oleh Madell (2025) mengemukakan bahwa *inclusionary housing policy* mendorong rancangan perumahan dengan integrasi sosial yang lebih baik melalui pendekatan mixed-income housing dan pemanfaatan ruang bersama yang adaptif. Prinsip desain rumah bertumbuh—yaitu rumah yang dapat diperluas sesuai kebutuhan dan kemampuan ekonomi penghuni—merupakan pendekatan arsitektural yang banyak diterapkan di kawasan padat untuk mengakomodasi keterbatasan lahan dan dinamika sosial-ekonomi keluarga (Anggun et al., 2025; Elsinga et al., 2020). Fleksibilitas ruang yang dirancang sejak awal memungkinkan proses “bertumbuh” secara bertahap tanpa mengganggu struktur utama bangunan, serta meminimalisasi biaya renovasi di masa depan.

Studi oleh Zahrah dan Gamal (2018) menjelaskan konsep hunian berimbang (*balanced housing*) sebagai wujud dari prinsip inklusivitas dalam perumahan. Pendekatan ini menekankan pentingnya keseimbangan antara aksesibilitas, fleksibilitas, dan keberlanjutan lingkungan dalam desain hunian masyarakat. Selaras dengan itu, penelitian oleh Zahrah et al. (2023) menunjukkan bahwa fasilitas lingkungan seperti jalur pedestrian, ruang terbuka, dan tempat ibadah menjadi elemen spasial penting dalam menilai tingkat inklusivitas permukiman, khususnya pada konteks sosial di Gampong Keudah, Banda Aceh.

Penelitian Iswara dan Zahrah (2023) juga menyoroti pentingnya pendekatan arsitektur berkelanjutan dalam kawasan permukiman dhuafa. Konsep ini relevan untuk diterapkan pada rumah subsidi, terutama dengan memanfaatkan vegetasi lokal, sistem drainase alami, dan tata massa bangunan yang responsif terhadap iklim. Sementara itu, Assingkily et al. (2023) menegaskan bahwa prinsip arsitektur hijau, seperti sirkulasi udara silang dan orientasi bangunan, dapat diterapkan bahkan pada bangunan publik sederhana di wilayah Subulussalam dengan hasil yang signifikan terhadap kenyamanan termal dan efisiensi energi.

Pendekatan *sustainable living* juga dapat menjadi salah satu upaya menuju inklusif. Tidak hanya relevan pada hunian horizontal seperti rumah subsidi, tetapi juga dapat diadaptasi dalam konsep hunian vertikal di kota padat penduduk. Dalam studi oleh Anggun et al. (2025), prinsip *sustainable living* diterapkan pada perancangan hunian vertikal dengan menekankan integrasi ruang hijau, efisiensi penggunaan energi, serta pengelolaan air dan limbah secara berkelanjutan. Meski konteks studi adalah hunian bertingkat, prinsip-prinsip dasarnya dapat diterapkan secara modular pada rumah subsidi bertumbuh, terutama dalam aspek pencahayaan alami, ventilasi silang, dan penghematan energi rumah tangga.

Integrasi ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat berpenghasilan rendah akan hunian yang tidak hanya murah dalam pembangunannya, tetapi juga hemat dalam pengoperasiannya. Ini memperkuat argumen bahwa strategi perancangan berbasis *sustainable living* dapat menjadi pendekatan arsitektur yang inklusif secara fungsional, sosial, dan ekologis.

Strategi Manajemen Konstruksi Sederhana untuk Efisiensi Biaya

Meskipun prefabrikasi dan konstruksi modular sering disebut sebagai solusi efisien dalam pembangunan perumahan bersubsidi, teknologi tersebut membutuhkan investasi awal dan infrastruktur yang belum tentu tersedia di seluruh wilayah Indonesia. Oleh karena itu, pendekatan manajemen konstruksi yang lebih sederhana dan kontekstual menjadi sangat penting, terutama untuk proyek-proyek berskala kecil hingga menengah.

Salah satu pendekatan yang efektif adalah strategi pengadaan material secara bertahap atau *just-in-time delivery*. Dengan mendatangkan bahan bangunan sesuai kebutuhan tiap tahapan pekerjaan, pengembang dapat menekan biaya penyimpanan, menghindari kerusakan material, serta menyesuaikan pembelian dengan kondisi anggaran yang dinamis. Strategi ini sangat berguna di kawasan padat yang tidak memiliki ruang logistik luas di lapangan.

Selain itu, pengelolaan tenaga kerja secara efisien, seperti menggunakan sistem borongan untuk pekerjaan struktur dan finishing, terbukti mampu menekan biaya tanpa mengurangi kualitas hasil. Dengan membagi tahapan kerja ke dalam unit borongan kecil (misalnya: pasangan bata, plester, lantai keramik), kontraktor dapat mendorong tukang untuk menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dan sesuai standar mutu. Efisiensi ini diperkuat oleh studi Rauzana et al. (2022), yang menekankan pentingnya manajemen lapangan yang responsif terhadap dinamika proyek.

Aspek penting lainnya adalah pengawasan lapangan yang aktif dan dokumentasi sederhana namun konsisten. Pengawasan harian oleh pengawas teknis lapangan dapat mendeteksi kesalahan sejak awal, menghindari pekerjaan ulang (*rework*) yang menyerap anggaran dan waktu. Dalam konteks proyek rumah subsidi, dokumentasi sederhana seperti laporan harian manual dan pemantauan progres berbasis foto cukup efektif untuk menjaga kontrol mutu dan jadwal proyek.

Rauzana et al. (2022) mengidentifikasi faktor-faktor keterlambatan paling kritis dalam proyek konstruksi di Aceh Tengah, termasuk kurangnya koordinasi antar pihak proyek, perubahan desain, dan keterlambatan pasokan material. Temuan ini mendukung pentingnya manajemen lapangan yang aktif dan pengadaan material yang terencana secara bertahap untuk menghindari pemborosan waktu dan biaya. Penyesuaian jadwal secara fleksibel dan pengawasan rutin menjadi langkah krusial agar proyek rumah subsidi tetap berjalan efisien dalam kondisi keterbatasan sumber daya lokal.

Dengan pendekatan-pendekatan manajemen konstruksi yang sederhana namun efektif ini, pengembangan rumah subsidi dapat tetap efisien dari sisi anggaran dan waktu, tanpa bergantung pada teknologi konstruksi berskala industri. Pendekatan ini juga lebih sesuai dengan kondisi lokal, tenaga kerja yang tersedia, dan pola kerja pengembang kecil-menengah yang mendominasi sektor perumahan rakyat.

Efisiensi Sistem Mekanikal dan Energi dalam Rumah Subsidi

Dalam konteks teknik mesin, strategi inklusivitas perumahan tidak dapat dilepaskan dari efisiensi sistem mekanikal seperti ventilasi, pencahayaan, pendinginan, dan pemanfaatan energi terbarukan. Fahmi & Sari (2025) dan Barus & Rahmawati (2025) menunjukkan bahwa penerapan sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) pasif, ventilasi silang, serta penggunaan pencahayaan alami dapat menurunkan konsumsi energi rumah, yang berarti juga menurunkan biaya operasional penghuni. Dalam konteks rumah subsidi, teknologi sederhana yang hemat energi seperti solar water heater atau penggunaan material insulatif rendah biaya seperti EPS panel sangat relevan diterapkan.

Selain efisiensi energi, kemudahan pemeliharaan sistem juga menjadi indikator penting dari strategi inklusif. Iskandar et al. (2016) melihat bahwa sistem mekanikal yang

terlalu kompleks justru akan membebani masyarakat berpenghasilan rendah dengan biaya perawatan yang tinggi. Oleh sebab itu, pilihan sistem yang hemat energi sekaligus mudah dirawat menjadi prioritas dalam desain rumah subsidi bertumbuh.

Dalam struktural, keandalan material konstruksi juga menjadi perhatian, terutama untuk rumah bertumbuh yang dibangun dalam beberapa tahap. Kajian oleh Fathi et al. (2023) menunjukkan bahwa deteksi dini terhadap potensi kerusakan beton bertulang, seperti korosi, menjadi penting dalam memastikan keberlanjutan struktur rumah sederhana. Meskipun penelitian mereka berfokus pada teknologi deteksi BEIA (*Boundary Element Inverse Analysis*), esensi temuan tersebut menegaskan pentingnya pemantauan material secara preventif—termasuk pada rumah bersubsidi—agar tidak hanya terjangkau di awal, tetapi juga aman dan berumur panjang.

Implikasi dari temuan ini mengarah pada perlunya integrasi sederhana teknologi monitoring atau inspeksi periodik pada proyek rumah subsidi. Pendekatan ini akan mendukung prinsip rumah bertumbuh tidak hanya dari sisi spasial dan ekonomi, tetapi juga dari sisi struktural dan keberlanjutan teknis dalam jangka panjang.

Integrasi Interdisipliner dan Tantangan Implementasi

Penerapan strategi rumah subsidi bertumbuh yang inklusif membutuhkan pendekatan interdisipliner yang kuat dan terintegrasi. Tiga disiplin bidang arsitektur, teknik sipil (khususnya manajemen konstruksi), dan teknik mesin (dalam hal sistem mekanikal dan efisiensi energy pada utilitas bangunan) memiliki peran saling melengkapi dalam mendesain, membangun, dan mengoperasikan hunian yang layak, efisien, dan berkelanjutan. Hasil sintesis dari berbagai sumber menunjukkan bahwa kontribusi dari disiplin arsitektur, teknik sipil, dan teknik mesin saling melengkapi dalam menjawab tantangan keterjangkauan, efisiensi, dan keberlanjutan.

Dari sisi arsitektur, konsep rumah bertumbuh dan penerapan prinsip sustainable living menjadi kunci utama dalam menjawab kebutuhan penghuni secara bertahap. Studi oleh Anggun et al. (2025) menegaskan bahwa prinsip keberlanjutan yang diterapkan dalam hunian vertikal juga sangat relevan untuk hunian horizontal berskala kecil seperti rumah subsidi. Aspek seperti sirkulasi udara silang, pencahayaan alami, dan pemanfaatan ruang hijau mikro dapat diadaptasi dalam skema rumah bertumbuh di lahan terbatas. Pendekatan ini diperkuat oleh Zahrah et al. (2023) yang menekankan pentingnya fasilitas lingkungan dan ruang sosial dalam menciptakan permukiman yang inklusif dan bermartabat.

Pada bidang manajemen konstruksi, strategi efisiensi tidak harus bergantung pada teknologi tinggi seperti prefabrikasi atau modular. Seperti diungkap oleh Rauzana et al. (2022), kendala utama pembangunan di daerah seperti Aceh Tengah lebih sering disebabkan oleh lemahnya koordinasi, keterlambatan logistik, dan perencanaan yang tidak adaptif. Oleh karena itu, strategi seperti pengadaan material secara bertahap (*just-in-time delivery*), pemanfaatan tenaga kerja lokal berbasis sistem borongan, serta pengawasan proyek yang aktif menjadi pilihan realistis untuk proyek rumah subsidi skala kecil dan menengah di kota padat. Strategi ini memberikan fleksibilitas dan efisiensi biaya, tanpa menurunkan kualitas konstruksi.

Dari sudut pandang rekayasa mekanikal-terapan, efisiensi sistem bangunan menjadi aspek penting dalam menekan biaya operasional rumah tangga jangka panjang. Sistem ventilasi pasif, insulasi atap sederhana, dan pencahayaan alami terbukti mampu mengurangi konsumsi energi secara signifikan (Fahmi & Sari, 2025; Assingily et al. 2023). Hal ini menjadi sangat relevan di tengah kenaikan harga energi dan keterbatasan daya beli masyarakat penerima rumah subsidi.

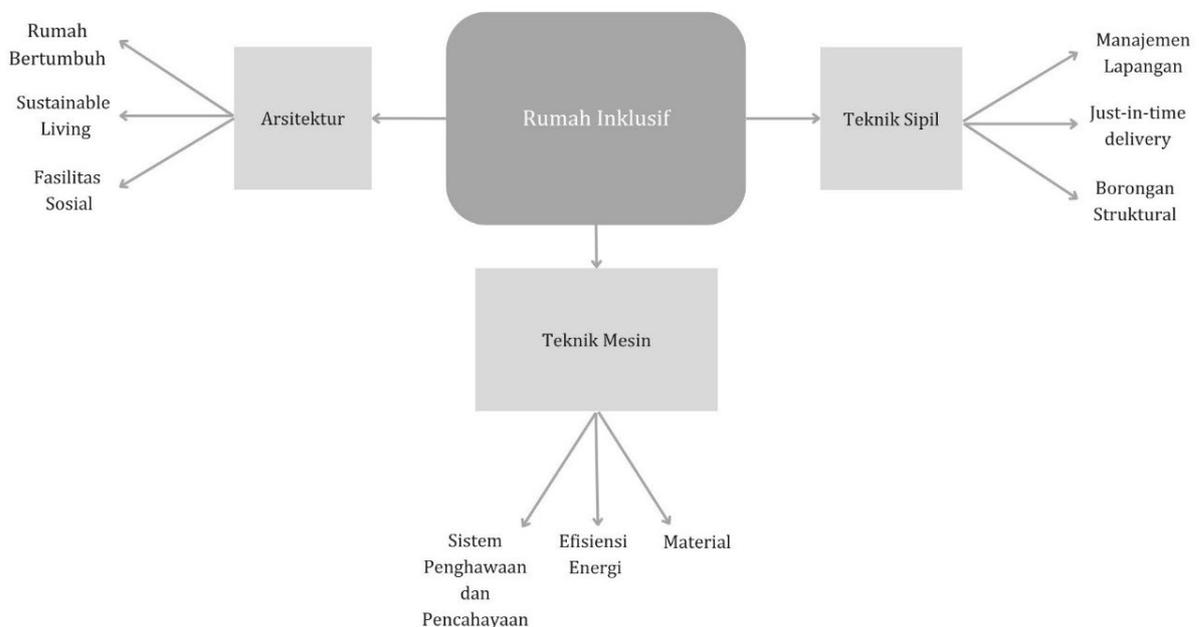
Namun, integrasi interdisipliner ini tidak terlepas dari berbagai tantangan implementatif. Pertama, literasi teknis yang rendah di tingkat pelaksana seringkali menghambat penerapan strategi desain atau teknologi sederhana yang telah direkomendasikan. Kedua, terdapat ketimpangan antara kebutuhan efisiensi jangka panjang dan keterjangkauan biaya awal pembangunan, yang memunculkan dilema antara investasi awal dan penghematan operasional. Ketiga, belum adanya regulasi teknis yang mendorong kolaborasi lintas bidang secara sistematis menyebabkan inovasi teknis bersifat sporadis dan tidak berkelanjutan.

Oleh karena itu, kolaborasi sejak tahap perencanaan antara arsitek, insinyur sipil, dan ahli mekanikal sangat diperlukan untuk menjamin bahwa setiap strategi yang dirancang benar-benar dapat diimplementasikan sesuai konteks lokal. Sebuah pendekatan kolaboratif yang menggabungkan aspek desain, manajemen, dan efisiensi sistem bangunan sejak tahap awal proyek: mulai dari perencanaan desain, penyusunan anggaran, hingga pelatihan teknis tenaga kerja. Hal tersebut akan memperkuat perwujudan rumah subsidi yang inklusif, adaptif, kontekstual, dan berkeadilan sosial.

Secara konseptual, tiga disiplin utama arsitektur, teknik sipil, dan teknik mesin sebagai pilar yang saling mengarah pada satu titik temu, yaitu rumah inklusif. Masing-masing bidang membawa substrategi yang khas, seperti:

1. Bidang Arsitektur menyumbang konsep rumah bertumbuh dan ruang komunal;
2. Bidang Teknik Sipil menawarkan efisiensi pelaksanaan lapangan melalui sistem borongan dan pengadaan logistik adaptif;
3. Bidang Teknik Mesin berperan dalam efisiensi energi dan kemudahan pemeliharaan sistem bangunan.

Ketiganya bertemu pada tujuan besar: menyediakan hunian yang tidak hanya layak secara fisik, tetapi juga inklusif secara sosial dan berkelanjutan secara teknis serta ekonomis (gambar 3).



Gambar 3. Diagram Sintesis Interdisipliner
 Sumber: Analisis Penulis, 2025

KESIMPULAN

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa strategi inklusivitas dalam penyediaan rumah subsidi bertumbuh di kawasan perkotaan padat dapat diwujudkan melalui pendekatan desain yang fleksibel, manajemen konstruksi yang efisien, serta sistem mekanikal bangunan yang hemat energi. Dari sisi arsitektur, desain rumah bertumbuh yang memungkinkan pengembangan ruang secara bertahap menjadi solusi penting dalam menjawab keterbatasan lahan dan dinamika kebutuhan penghuni. Sementara itu, pendekatan manajemen konstruksi tidak selalu harus berbasis teknologi tinggi seperti prefabrikasi. Justru, strategi sederhana seperti pengadaan material secara bertahap (*just-in-time delivery*), pengelolaan tenaga kerja dengan sistem borongan, serta pengawasan lapangan yang aktif dan konsisten terbukti efektif dalam mengendalikan biaya, mempercepat durasi pembangunan, dan menjaga mutu konstruksi.

Dalam aspek sistem bangunan, penerapan prinsip rekayasa mekanikal-terapan seperti ventilasi pasif, pencahayaan alami, dan insulasi sederhana merupakan pendekatan rendah biaya yang berdampak langsung terhadap peningkatan kenyamanan ruang dan pengurangan beban energi rumah tangga. Strategi ini sangat relevan dengan kondisi sosial-ekonomi masyarakat penerima rumah subsidi, yang umumnya memiliki keterbatasan dalam hal biaya operasional bangunan.

Implikasi kebijakan dari temuan ini menunjukkan bahwa pemerintah daerah perlu mengadopsi pendekatan desain bertumbuh ke dalam regulasi perencanaan perumahan berskala kecil maupun menengah, serta menyediakan panduan teknis yang mendukung penerapan teknologi bangunan pasif yang hemat energi. Selain itu, dukungan kebijakan terhadap pelatihan tenaga kerja lokal, penyederhanaan proses pengadaan material, dan insentif bagi pengembang yang menerapkan prinsip inklusif dapat memperkuat ekosistem pembangunan rumah subsidi yang berkelanjutan dan kontekstual.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan penyediaan rumah subsidi yang inklusif tidak hanya bergantung pada inovasi teknologi, tetapi juga pada kemampuan menerapkan prinsip-prinsip sederhana secara kontekstual dan terintegrasi. Kolaborasi lintas bidang antara arsitek, manajer proyek, insinyur bangunan, serta dukungan dari kebijakan pemerintah lokal menjadi kunci keberhasilan implementasi strategi ini di lapangan.

Untuk riset lanjutan, disarankan dilakukan studi empiris terhadap proyek-proyek rumah subsidi yang telah mengadopsi pendekatan desain bertumbuh dan sistem bangunan pasif, guna mengevaluasi efektivitasnya dalam jangka menengah-panjang. Selain itu, riset interdisipliner yang menggabungkan pendekatan arsitektur, kebijakan publik, dan ilmu sosial diperlukan untuk memahami hambatan dan potensi dari implementasi strategi inklusivitas ini dalam konteks budaya, ekonomi, dan geografis yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggun, C. M., Zahrah, A., Rachmadani, N. P., & Arafat, P. (2025). Integrasi sustainable living dalam perancangan hunian vertikal. *JALUR: Journal of Architecture, Landscape & Urban Design*, 2(2), 133–142.
- Assingkily, R., Zahrah, A., Irfandi, (2023). Penerapan arsitektur hijau pada perancangan gedung serbaguna di Subulussalam. *Jurnal RAUT*, 13(2), 62–71.
- Barus, Y. Y. B., & Rahmawati, Y. (2025). Faktor-faktor kritis desain pasif renovasi rumah bersubsidi yang berkelanjutan di Kota Medan. *Arsir*, 9(2).
- Elsinga, M., Hoekstra, J., Sedighi, M., & Taebi, B. (2020). Toward sustainable and inclusive housing: Underpinning housing policy as design for values. *Sustainability*, 12(5).

- Fahmi, R., & Sari, M. N. (2025). Key Passive Design Elements in Sustainable Subsidized Housing Renovation: A Case from Medan. *Arsir*, 9(2), 112–123.
- Fathi, S., Tanjung, I., Ibrahim, I. B. M., Fonna, S., & Huzni, S. (2023). Pengaruh Jumlah Data Potensial Terhadap Kemampuan BEIA Dalam Mendeteksi Korosi Pada Beton Bertulang. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 9(1), 300–309.
- Iskandar, A., Alifen, R., & Budiman, J. (2016). STUDI KOMPARASI LIFE CYCLE COST PADA GEDUNG APARTEMEN. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 3(1), 31–38.
- Iswara, H., & Zahrah, A. (2023). Pendekatan arsitektur berkelanjutan pada kawasan permukiman kaum dhuafa Desa Geulanggang Tengoh. *Jurnal RAUT*, 13(1), 47–55.
- Rauzana, A., Zahrah, A., & Dharma, W. (2022). Critical delay factors for construction projects in Central Aceh District, Indonesia. *F1000Research*, 11, 1–19.
- Madell, C. (2024). Inclusionary housing policy and practice in South African cities: planning as a spatial transformation tool. *Journal of Housing and the Built Environment*, 40:741–766
- Saunders, Benjamin., Sim, Julius., Kingstone, Tom., Baker, Shaula., Waterfield, Jackie., Bartlam, Bernadette., Burroughs, Heather., Jinks, Clare. (2018). Saturation in qualitative research: exploring its conceptualization and operationalization. *Quality & Quantity*, 52(4), 1893–1907. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0574-8>
- Zahrah, A., & Gamal, A. (2018). Balanced housing as the implementation of the principle of inclusivity. In 2018 2nd International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC) (pp. 16–20). IEEE.
- Zahrah, A., Rizky, S. F., & Egidia, K. (2023). Housing facilities as spatial factors for assessment of inclusivity in settlements (Case study: Gampong Keudah, Banda Aceh). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3).