

# Penerapan Teknologi Bangunan Cerdas dalam Perancangan Panti Asuhan

Syahla Amalia Hidayat<sup>1\*</sup>, Agus S Sadana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup>Dosen Pembimbing Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Panti asuhan berperan penting dalam menyediakan tempat tinggal dan perawatan bagi anak-anak yang kehilangan orang tua atau terlantar. Namun, banyak panti asuhan di Indonesia masih belum sesuai dengan desain yang mendukung perkembangan anak secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang panti asuhan dengan menerapkan prinsip teknologi bangunan cerdas. Prinsip-prinsip tersebut diantaranya adalah Multifungsi Ruang dan Adaptabilitas, Interaksi Penghuni dengan Ruang, Inklusivitas Penghuni Ruang, dan Efisiensi Penggunaan Energi. Terdapat beberapa kelebihan dalam penerapan bangunan cerdas pada panti asuhan, diantaranya efisiensi energi, kenyamanan, keamanan, serta lebih hemat biaya operasional. Penerapan teknologi ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang mendukung kebutuhan fisik dan psikologis anak-anak di panti asuhan. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan studi pustaka dan preseden melalui internet, serta dilakukan analisis terhadap potensi penerapan teknologi bangunan cerdas dalam desain panti asuhan. Tolak ukur yang digunakan ditinjau dari aspek Bangunan Cerdas, Sustainable Building, dan Net Zero Energy. Studi ini juga membahas bagaimana prinsip bangunan cerdas dapat meningkatkan kualitas ruang dalam mendukung kenyamanan serta perkembangan anak-anak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi cerdas pada panti asuhan dapat menjadi solusi yang baik untuk meningkatkan kualitas ruang di panti asuhan, memberikan desain yang efisien.

**Kata kunci**—*bangunan cerdas; efisiensi energi; net zero energy; panti asuhan; sustainable building.*

## 1. PENDAHULUAN

Anak-anak adalah bagian penting dari masyarakat dan merupakan generasi masa depan. Sebagai generasi penerus bangsa, mereka perlu dibimbing dan diberi pendidikan sesuai minat dan bakatnya agar tumbuh menjadi pribadi yang mandiri dan berkualitas [1]. Namun, berbagai faktor seperti kehilangan orang tua atau wali, kondisi keluarga yang tidak mampu merawat anak, bencana alam, serta tindakan kekerasan, pelecehan, atau eksploitasi menjadikan banyak anak terlantar di Indonesia [2]. Panti asuhan menjadi salah satu lembaga kesejahteraan sosial yang bertanggung jawab untuk memberikan bantuan kepada anak-anak yang menghadapi masalah kesejahteraan, seperti kemiskinan, kehilangan orang tua, atau masalah dalam keluarga [3]. Di Indonesia, banyak panti asuhan yang masih memiliki kondisi bangunan yang kurang layak akibat tata ruang yang tidak baik dan kurang memperhatikan kebutuhan anak-anak sebagai penggunanya. Padahal fasilitas yang memadai dan tata ruang yang baik sangat penting bagi panti asuhan karena bangunan yang baik dan sehat akan sangat memengaruhi tumbuh kembang anak-anak [4]. Dalam hal ini, teknologi bangunan cerdas dapat membantu memperbaiki tata ruang yang mempertimbangkan pengguna bangunannya.

Bangunan cerdas adalah struktur yang dirancang untuk memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi operasional, efisiensi energi, dan kenyamanan bagi penghuninya [5]. Bangunan cerdas memiliki berbagai fitur yang mendukung efisiensi energi, meningkatkan kenyamanan, dan meningkatkan keamanan [6]. Konsep utama bangunan cerdas adalah desain berkelanjutan (Sustainable Design) yang menyeimbangkan kebutuhan sosial, teknologi, dan pelestarian lingkungan. Bangunan ini mengintegrasikan berbagai sistem untuk menjadi lebih efisien, ramah lingkungan, dan nyaman bagi penggunanya. Bangunan pintar menerapkan integrasi teknologi otomatisasi yang hemat energi dan mencakup

\* Corresponding author: syahlaamalia94@gmail.com

pengelolaan utilitas, keamanan, dan telekomunikasi yang dapat disesuaikan kebutuhan maupun dikontrol secara terpusat, dan berjalan secara otomatis [7]. Pada konteks panti asuhan, teknologi bangunan cerdas menjadikan panti asuhan lebih responsif terhadap kebutuhan anak-anak. Selain menerapkan sistem otomatisasi, pada bangunan cerdas terdapat beberapa prinsip utama, yaitu; (1) Multi-Fungsi, (2) Adaptabilitas, (3) Interaktivitas, (4) Inklusivitas, dan (5) Efisiensi [6]. Beberapa prinsip ini dapat diterapkan pada panti asuhan. Diharapkan perpaduan tersebut menghasilkan desain panti asuhan yang memperhatikan teknologi cerdas.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, metode ini dipilih untuk memahami secara mendalam penerapan prinsip-prinsip bangunan cerdas dalam perancangan desain panti asuhan, dengan fokus pada aspek multifungsi ruang, adaptabilitas, interaksi penghuni dengan ruang, inklusivitas, serta efisiensi energi. Penelitian kualitatif adalah metode yang digunakan untuk memahami dan menjelaskan suatu fenomena atau masalah secara mendalam berdasarkan pengalaman atau pengamatan di lapangan, penelitian ini lebih fokus pada makna dan interpretasi dari data yang ditemukan, bukan pada angka atau statistik [8]. Data dalam penelitian kualitatif dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan analisis dokumen, sehingga peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih kontekstual tentang subjek yang diteliti [9].

Penelitian ini dilakukan dengan memadukan dua pendekatan utama, yaitu studi pustaka dan studi preseden. Studi pustaka adalah proses pengumpulan informasi dan data dengan memanfaatkan berbagai sumber yang ada di perpustakaan, seperti buku pedoman, hasil penelitian sebelumnya, artikel, dan jurnal [10]. Penelitian pustaka yang digunakan berasal dari berbagai sumber, seperti artikel jurnal, buku pedoman, artikel terkait bangunan cerdas, Sustainable Building, Net Zero Energy, dan panti asuhan. Pendapat para ahli dalam studi pustaka ini dikaji dan dianalisis untuk mencari solusi atas permasalahan yang dibahas dalam kajian ini [11], untuk mengetahui bagaimana keterkaitan antara prinsip bangunan cerdas sebagai jawaban dari permasalahan desain panti asuhan yang kurang layak. Adapun studi preseden diperoleh dari foto-foto yang berasal dari internet yang menggambarkan situasi yang diteliti, hal ini diperlukan sebagai alat analisis atau penilaian untuk melatih keterampilan dalam mengevaluasi desain arsitektur [12]. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menunjukkan sejauh mana mampu atau tidaknya prinsip bangunan cerdas ini dalam menjawab tantangan berupa kelayakan desain panti asuhan.

Langkah kerja dalam penelitian ini (1) mengumpulkan beberapa informasi dari kajian pustaka; (2) menentukan studi preseden sebagai bahan kajian; (3) evaluasi terhadap penerapan teknologi bangunan cerdas pada studi preseden, dengan meninjau penerapannya berdasarkan tiga aspek utama, yaitu bangunan cerdas, Sustainable Building, dan Net Zero Energy; (4) kesimpulan dari hasil evaluasi. Evaluasi penerapan terhadap studi preseden ini ditinjau dari tiga aspek yaitu (1) Bangunan Cerdas, (3) Sustainable Bulding, dan (2) Net Zero Energy. Tiga aspek ini dikembangkan menjadi beberapa kriteria dan tolok ukur untuk menilai keberhasilan penerapan aspek-aspek tersebut pada studi preseden yang diteliti. Kriteria dan tolok ukur penilaian ini akan digunakan sebagai alat untuk mengukur sejauh mana studi preseden memenuhi prinsip-prinsip desain yang berkelanjutan dan efisien, serta bagaimana penerapan teknologi cerdas. Fokus utama evaluasi akan dilakukan pada prinsip bangunan cerdas, sementara aspek Sustainable Building dan Net Zero Energy akan diuraikan dalam setiap prinsip bangunan cerdas. Aspek kriteria dan tolok ukur penilaian tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1 Aspek, Kriteria dan Tolak Ukur Evaluasi.

Aspek	Kriteria	Tolak Ukur
Bangunan Cerdas	Multi-Fungsi	- Desain ruang dapat memenuhi berbagai fungsi tanpa perlu renovasi besar - Sistem bangunan mencakup integrasi teknologi cerdas (pemanas, ventilasi, pencahayaan, keamanan) untuk menciptakan lingkungan bangunan yang serbaguna dan mudah beradaptasi.
	Adaptabilitas	- Sistem bangunan mampu mempelajari dan memprediksi kebutuhan pengguna berdasarkan pola pengguna. - Sistem cerdas merespons perubahan lingkungan seperti kualitas udara, suhu, dan tekanan eksternal secara otomatis.
	Interaktivitas	- Sensor cerdas mendeteksi perubahan hunian (misalnya, ruangan kosong) untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fitur bangunan. - Pengguna dapat berinteraksi dengan sistem melalui aplikasi maupun secara fisik.

	Inklusivitas	- Bangunan mematuhi pedoman aksesibilitas universal dengan menyediakan ramp, lift, dan teknologi berbasis suara. - Teknologi inklusif tersedia untuk pengguna dengan berbagai kemampuan atau keterbatasan, memastikan bangunan dapat diakses oleh semua orang.
	Efisiensi	- Sistem otomasi mengurangi waktu operasional manual untuk pengelolaan bangunan. - Pemeliharaan dilakukan melalui penggunaan sensor dan analisis data untuk mencegah kerusakan besar, menghemat biaya dan waktu.
Sustainable Building	Penggunaan Material	Menggunakan material ramah lingkungan, seperti kayu yang dikelola berkelanjutan dan batu alam, serta material yang dapat diperbarui.
	Kesehatan dan Kenyamanan	Menerapkan ventilasi silang untuk penghawaan alami, pencahayaan alami optimal, penggunaan material bebas polutan.
Net Zero Energy Building	Efisiensi Energi	Meminimalkan penggunaan energi dengan optimalisasi ventilasi dan pencahayaan alami, penggunaan teknologi hemat energi.
	Pemanfaatan Energi Terbarukan	Instalasi panel surya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan memenuhi kebutuhan energi rumah tangga.

Sumber: Diolah dari Berawi et al. (2023) [6], dan Permana et al. (2022) [13]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Multifungsi Ruang dan Adaptabilitas Penggunaan Ruang

Adaptabilitas dan multifungsi ruang merupakan prinsip-prinsip penting bangunan cerdas yang dapat diterapkan dalam perancangan panti asuhan. Kemampuan ruang dalam beradaptasi atau digunakan dalam berbagai fungsi (multifungsi) mampu membuat bangunan yang dirancang dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama karena memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap kebutuhan yang terus berubah [14]. Adaptasi dapat dilakukan dengan cara mengubah fungsi ruang atau dengan menciptakan ruang multifungsi yang fleksibel.[15]. Hal ini memungkinkan bangunan tetap berfungsi secara optimal dan relevan tanpa memerlukan perubahan atau renovasi besar. Keuntungannya, bangunan dapat menyesuaikan dengan kebutuhan penghuninya secara efektif. Selain itu, adaptabilitas dan multifungsi ini tidak hanya meningkatkan fungsi bangunan, tetapi juga membantu menciptakan bangunan yang lebih tahan lama dan hemat biaya.

Dalam penerapan prinsipnya terhadap perancangan panti asuhan, ruang harus mampu menyediakan dan melayani lebih dari satu fungsi tertentu juga dapat beradaptasi dengan berbagai kegiatan yang berbeda, baik untuk aktivitas sehari-hari maupun untuk keperluan khusus. Hal ini selaras dengan kebutuhan penghuni yang bersifat dinamis, terutama di lingkungan panti asuhan yang menjadi tempat anak terlantar tinggal yang umumnya mereka akan beraktivitas dan ikut dalam berbagai kegiatan di dalam panti asuhan selama hampir 24 jam [16]. Pada panti asuhan, penerapan ruangan multifungsi dan mudah beradaptasi ini baiknya diterapkan pada ruangan yang tergolong publik, karena ruangan publik umumnya lebih beragam penggunaannya dan aktivitas yang dilakukan, bahkan ruangan publik sebaiknya memang dirancang secara *adaptable*, sehingga dapat digunakan untuk berbagai aktivitas [17]. Salah satu penerapan sederhana dalam ruang yang dapat beradaptasi dan multifungsi adalah penggunaan furnitur yang sesuai, furnitur yang dapat diubah secara mekanisnya dapat menambah sifat fleksibilitas dan multifungsi pada furnitur itu sendiri sehingga dapat meminimalisir penggunaan *space* dan memaksimalkan ruang yang tersedia [18].

Penerapan ruang multifungsi dan adaptif dapat dilihat melalui Gambar 1, yaitu terdapat ruang multifungsi Panti Asuhan Pondok Kasih Agape, ruang ini dirancang untuk menjadi ruang kegiatan sosial khusus, bermain, dan belajar dengan menyesuaikan kebutuhan. Penataan furnitur diterapkan dengan cara meja dan kursi bisa dipindahkan atau dilipat untuk menciptakan area terbuka yang lebih luas. Hal ini bisa memungkinkan ruang tersebut dipakai oleh berbagai kelompok usia dengan kegiatan yang berbeda. Selain itu, penerapan bangunan keberlanjutan dalam perancangan panti asuhan dapat mendukung adaptabilitas dan multifungsi ruang. Pada studi preseden yang ada terdapat beberapa aspek yang masih perlu ditingkatkan, diantaranya pada sisi penggunaan material, material yang dominan terlihat berupa plastik, beton dan kain, tanpa adanya penggunaan material ramah lingkungan seperti kayu atau batu alam, sehingga kriteria ini belum sepenuhnya terpenuhi. Selain itu, ventilasi silang belum dapat dipastikan dari desain yang ada, dan belum

terlihat adanya penggunaan material bebas polutan. Dari segi efisiensi energi, penerapan teknologi hemat energi, seperti lampu LED, maupun pemanfaatan otomatisasi dari pencahayaan dan suhu belum ditemukan.



Gambar 1 Ruang Multifungsi pada Panti Asuhan Pondok Kasih Agape.  
Sumber gambar: @papondokasihagape (2024) [19]

### b. Interaksi Penghuni Dengan Ruang

Desain yang memungkinkan interaksi langsung antara penghuni dengan ruang merupakan salah satu prinsip penting dari bangunan cerdas. Interaksi penghuni dengan ruang ini sesuai dengan kebutuhan anak-anak karena interaksi merupakan bagian yang penting bagi perkembangan anak. Melalui interaksi tersebut, anak mulai membentuk pemahaman tentang diri mereka, orang lain, dan lingkungan di sekitarnya [20]. Jika teknologi bangunan cerdas diterapkan dalam perancangan panti asuhan, ruang-ruang di dalamnya dapat menstimulasi aktivitas dan keterlibatan anak-anak secara efektif.

Adapun sistem pembelajaran interaktif, yang menggabungkan kegiatan belajar dan bermain, memberikan anak-anak kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan objek-objek yang memiliki nilai edukatif dan pengetahuan [21]. Desain ruang interaktif dapat mendukung sistem pembelajaran tersebut, yang penerapannya penting bagi perancangan panti asuhan karena anak-anak pun membutuhkan suasana belajar dan bermain yang menyenangkan, sambil tetap memperhatikan aspek keamanan dan kenyamanan anak.

Desain interaktif pada panti asuhan dapat diimplementasikan melalui penataan ruang bermain atau belajar, seperti pada Gambar 2. Desain interaktif paling sederhana yang dapat diterapkan pada rancangan panti asuhan adalah dengan memanfaatkan elemen seperti tekstur, bentuk dan warna. Contohnya memanfaatkan lantai yang memiliki variasi tekstur untuk mendorong anak-anak lebih aktif bergerak. Sementara penerapan yang menggunakan otomatisasi dapat dibuat seperti dinding yang berubah warna saat disentuh dan sensor suara untuk mengaktifkan musik atau suara tertentu ketika ada interaksi di dalam ruang, menambah stimulasi *auditory* bagi anak-anak. Pendekatan ini akan menarik minat anak dan mendorong mereka untuk menjadi lebih aktif secara fisik. Selain bermanfaat bagi kesehatan fisik mereka, hal ini juga membantu merangsang pikiran serta meningkatkan kemampuan kreativitas anak-anak. Apabila pembelajaran interaktif ini dapat diterapkan pada ruang, maka ruangan tidak hanya menjadi tempat yang menyenangkan, tetapi juga dapat mendukung perkembangan intelektual dan fisik anak-anak.

Namun, untuk memastikan desain interaktif yang dirancang benar-benar optimal, aspek keberlanjutan juga perlu diperhatikan sebagai bagian dari bangunan cerdas. Hubungan antara desain interaktif dan otomatisasi dapat menghasilkan ruang yang tidak hanya menarik dan edukatif, tetapi juga ramah lingkungan serta efisien dalam jangka panjang, meskipun hal ini belum diterapkan pada studi preseden yang ada. Misalnya pada aspek penggunaan material, masih didominasi material plastik dan busa pada peralatan bermain menunjukkan kurangnya penggunaan material ramah lingkungan. Selain itu, ruangan hanya mengandalkan ventilasi dan pencahayaan buatan tanpa adanya pencahayaan alami atau ventilasi silang, yang mengurangi kenyamanan dan kesehatan ruang. Dalam hal efisiensi energi pun tidak ada indikasi teknologi hemat energi.





Gambar 2 Pemanfaatan elemen bentuk dan warna pada ruang interaktif bermain anak.  
Sumber: CASA Indonesia (2021) [22]

### c. *Inklusivitas Penghuni Ruang*

Desain inklusif adalah pendekatan yang bertujuan menciptakan desain fasilitas maupun produk yang dapat digunakan oleh semua orang, tanpa memandang keterbatasan fisik, usia, atau jenis kelamin [23]. Desain yang menerapkan inklusivitas harus mampu mewujudkan suatu lingkungan binaan yang dapat digunakan oleh semua orang, terlepas dari usia, kemampuan, kondisi, atau gender, sehingga menghilangkan hambatan dalam aspek sosial, politik, dan ekonomi yang mendukung pembangunan dan desain [24] [25]. Pada panti asuhan, desain ruang mengacu pada upaya untuk menciptakan lingkungan yang dapat digunakan dan diakses oleh semua penghuni, termasuk anak-anak dengan kebutuhan khusus. Maka diperlukan ruang-ruangan tambahan yang bersifat khusus dan dipisahkan antara laki-laki dan perempuan. Berkaitan dengan prinsip adaptabilitas dan multifungsi, penyesuaian furnitur dan elemen ruang lainnya juga menjadi bagian penting dari inklusivitas. Pada perancangan ruangnya, peletakan furnitur harus dirancang agar mudah dijangkau dan digunakan oleh anak-anak dengan berbagai tingkat mobilitas, sehingga bisa berubah fungsi sesuai dengan kebutuhan penggunanya.

Pada Gambar 3, dari segi bangunan keberlanjutan, penggunaan material pada bangunan dinilai cukup baik karena didominasi oleh kayu, seperti pada meja lipat dan elemen sederhana lainnya. Kayu dikenal sebagai material yang ramah lingkungan. Selain itu, dari segi kesehatan dan kenyamanan juga ruangan dilengkapi dengan jendela besar yang memungkinkan masuknya pencahayaan alami, meskipun ventilasi silang belum terpenuhi, sehingga kriteria ini dinilai hanya sebagian terpenuhi. Untuk efisiensi energi, terlihat banyak bukaan jendela digunakan sehingga pada siang hari tidak perlu menggunakan cahaya buatan. Selibuhnya, tidak ada indikasi pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya, sehingga kriteria ini juga tidak terpenuhi.



Gambar 3. Desain inklusif dengan menggunakan meja belajar khusus penyandang disabilitas.  
Sumber: Haryanto (2022) [27]

Selain itu, inklusivitas ruang bisa ditingkatkan dengan penggunaan teknologi sederhana hingga yang lebih canggih untuk membantu penyandang disabilitas menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lebih mudah. Misalnya yang paling umum, ruang dengan sirkulasi yang luas dan ramp otomatis sebagai pengganti tangga memungkinkan anak-anak dengan kursi roda atau keterbatasan gerak dapat bergerak bebas di seluruh bangunan [26]. Untuk yang lebih canggih, teknologi pencahayaan otomatis dan material yang merespons gerakan atau suara dapat membantu anak-anak yang memiliki keterbatasan penglihatan atau pendengaran. Teknologi ini tidak harus kompleks, namun harus fungsional untuk meningkatkan aksesibilitas bagi semua anak.

#### *d. Efisiensi Penggunaan Energi*

Efisiensi energi adalah upaya menggunakan energi secara bijak dan optimal tanpa mengurangi kebutuhan yang penting. Prinsip ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi tapi tetap mempertahankan fungsi dan kinerja yang sama [28]. Efisiensi energi merupakan salah satu tujuan utama dari penerapan teknologi bangunan cerdas, dan hal ini sangat menguntungkan bagi panti asuhan. Terlebih panti asuhan sering kali beroperasi dengan anggaran terbatas, sehingga penting untuk mengelola sumber daya dengan efisien [29]. Dengan melakukan penerapan efisiensi pada panti asuhan, anggaran terbatas tersebut dapat dialokasikan untuk mendukung kebutuhan anak-anak, seperti program pendidikan atau kegiatan pengembangan keterampilan. Penerapan efisiensi pada panti asuhan tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga memberikan dampak positif bagi lingkungan.

Panti asuhan dapat menerapkan prinsip efisiensi energi ini dengan menerapkan hal yang paling mendasar pada suatu ruang, misalnya dari sisi pencahayaan misalnya penggunaan lampu LED yang hemat energi bisa menjadi solusi mudah dan terjangkau. Lampu LED lebih hemat energi dan biaya, serta membantu mengurangi pemanasan global. Tidak seperti lampu pijar, lampu LED tidak menghasilkan panas, dan tidak memiliki risiko kesehatan seperti lampu neon [30]. Lalu, penerapan teknologi bangunan cerdas pada panti asuhan dapat memperhatikan ventilasi alami untuk membantu mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin udara dan memaksimalkan aliran udara [31], sekaligus mendapatkan cahaya alami, sehingga bangunan dapat tetap sejuk dan terang tanpa membutuhkan banyak energi. Panti asuhan juga dapat mengimplementasikan metode sederhana lainnya dalam efisiensi energi, seperti pemilihan material bangunan yang tepat. Penghematan energi dapat dicapai dengan meminimalkan beban pendinginan. Dengan mengurangi radiasi matahari yang diserap oleh selubung bangunan, maka beban pendinginan juga dapat dikurangi. [32]. Penggunaan material dengan sifat insulasi yang baik, seperti menggunakan dinding dan atap dengan material yang tahan panas pada panti asuhan atap dapat membantu menjaga suhu ruangan tetap sejuk tanpa bergantung pada AC. Dengan demikian, panti asuhan bisa mengurangi penggunaan energi untuk sistem pendingin udara dan menghemat biaya operasional.



Gambar 4. Penerapan panel surya pada atap panti asuhan untuk efisiensi energi.  
Sumber: Freedom Solar Power (2018) [35]

Selain itu, teknologi energi terbarukan menawarkan solusi efektif untuk efisiensi energi. Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan secara cepat, alami dan berkelanjutan [33]. Salah satunya adalah melalui perancangan pembangkit listrik tenaga surya [34]. Untuk panti asuhan dengan anggaran terbatas, instalasi sistem panel surya bisa disesuaikan dengan kebutuhan energi penting harian saja. Misalnya, dengan memulai dari sistem panel surya skala kecil yang cukup untuk kebutuhan dasar seperti pencahayaan atau operasional peralatan elektronik penting. Contohnya pada Gambar 4 yaitu panti asuhan A Child's Hope di Haiti yang sudah menerapkan sistem bangunan cerdas dan berkelanjutan, dengan

dipasang panel surya di atap bangunan atau area terbuka lainnya yang mendapatkan sinar matahari langsung, sehingga penggunaan lahan dioptimalkan tanpa mengganggu fungsi ruang lain di panti.

Namun, dari segi penggunaan material, bangunan terlihat menggunakan beton dan tidak terdapat material alami seperti kayu atau batu alam, sehingga tidak memenuhi kriteria. Pada aspek kesehatan dan kenyamanan, bangunan tampaknya tidak memiliki bukaan besar untuk penghawaan alami, yang tidak cukup untuk memenuhi kriteria yang baik. Begitu juga dengan pencahayaan alami, yang tidak terlalu optimal karena tidak banyak bukaan. Secara keseluruhan, meskipun ada kekurangan dalam beberapa aspek, pemanfaatan energi terbarukan telah berhasil diterapkan dengan adanya panel surya.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi bangunan cerdas dalam perancangan panti asuhan sangat penting untuk mendukung kebutuhan anak-anak sebagai pengguna utama. Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan analisis prinsip-prinsip pada bangunan cerdas yang diterapkan pada perancangan panti asuhan adalah sebagai berikut:

**Interaksi Penghuni dengan Ruang:** Desain yang memperhatikan hubungan penghuni dengan ruang yang mereka tempati sangat penting untuk perkembangan anak-anak. Teknologi otomatis, seperti sensor otomatis terhadap perilaku penghuni, dapat meningkatkan kenyamanan ruang. Bangunan berkelanjutan dengan pencahayaan alami dan ventilasi yang baik juga mendukung interaksi yang sehat, sementara desain net zero energy memastikan kenyamanan tanpa membebani lingkungan.

**Inklusivitas Penghuni Ruang:** Prinsip inklusivitas dalam panti asuhan menciptakan ruang yang dapat diakses oleh semua penghuni, termasuk mereka yang memiliki kebutuhan khusus. Otomatisasi berdasarkan kebutuhan penghuni dan desain bangunan yang ramah disabilitas memastikan aksesibilitas dan kenyamanan untuk setiap penghuni. Fitur-fitur yang inklusif seperti ramp dan lift dapat diterapkan dengan efisien.

**Efisiensi Penggunaan Energi:** Prinsip efisiensi energi di dalam desain panti asuhan mendukung pengurangan konsumsi energi dan keberlanjutan lingkungan. Otomatisasi dan penggunaan teknologi cerdas seperti pencahayaan otomatis dan sistem pemanas atau pendingin hemat energi membantu mengoptimalkan penggunaan energi. Bangunan berkelanjutan dan net zero energy mengintegrasikan sumber energi terbarukan, sehingga tidak hanya mengurangi jejak karbon tetapi juga menciptakan ruang yang nyaman dan sehat tanpa membebani anggaran operasional panti asuhan.

- Multifungsi Ruang dan Adaptabilitas: Penerapan prinsip ini dalam desain panti asuhan memastikan ruang yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penghuni yang berubah seiring waktu sangat penting. Sustainable Building dan Net Zero Energy meningkatkan efisiensi ruang dengan memanfaatkan energi terbarukan, yang memungkinkan panti asuhan beradaptasi dengan perubahan kebutuhan tanpa meningkatkan konsumsi energi.
- Interaksi Penghuni dengan Ruang: Desain yang memperhatikan hubungan penghuni dengan ruang yang mereka tempati sangat penting untuk perkembangan anak-anak. Teknologi otomatis, seperti sensor otomatis terhadap perilaku penghuni, dapat meningkatkan kenyamanan ruang. Bangunan berkelanjutan dengan pencahayaan alami dan ventilasi yang baik juga mendukung interaksi yang sehat, sementara desain Net Zero Energy memastikan kenyamanan tanpa membebani lingkungan.
- Inklusivitas Penghuni Ruang: Prinsip inklusivitas dalam panti asuhan menciptakan ruang yang dapat diakses oleh semua penghuni, termasuk mereka yang memiliki kebutuhan khusus. Otomatisasi berdasarkan kebutuhan penghuni dan desain bangunan yang ramah disabilitas memastikan aksesibilitas dan kenyamanan untuk setiap penghuni. Fitur-fitur yang inklusif seperti ramp dan lift dapat diterapkan dengan efisien.
- Efisiensi Penggunaan Energi: Prinsip efisiensi energi di dalam desain panti asuhan mendukung pengurangan konsumsi energi dan keberlanjutan lingkungan. Otomatisasi dan penggunaan teknologi cerdas seperti pencahayaan otomatis dan sistem pemanas atau pendingin hemat energi membantu mengoptimalkan penggunaan energi. Bangunan berkelanjutan dan net zero energy mengintegrasikan sumber energi terbarukan, sehingga tidak hanya mengurangi jejak karbon tetapi juga menciptakan ruang yang nyaman dan sehat tanpa membebani anggaran operasional panti asuhan.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi bangunan cerdas dalam perancangan panti asuhan dapat menghasilkan lingkungan yang lebih baik bagi anak-anak, meningkatkan kualitas hidup mereka, serta mendukung tumbuh kembang anak yang optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada rekan-rekan tim Pra Tugas Akhir atas kerja samanya dalam berbagi informasi dan materi penulisan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dosen Pembimbing atas arahan dan dukungan pemikirannya selama proses penyusunan makalah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hardiyanti, N. Y. Barky, and R. Sasarwati, "Perancangan Panti Asuhan di Medan dengan tema Arsitektur Hijau Designing an Orphanage in Medan with the theme of Green Architecture," *J. Arch. Urban. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–40, 2018, [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jaur/article/view/2047>
- [2] M. S. Alessandro and D. Wipranata, "Rehumanisasi Lingkungan Anak Terlantar: Peningkatan Kualitas Hidup Anak Melalui Arsitektur Empati," *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 5, no. 2, pp. 1299–1310, 2023, doi: 10.24912/stupa.v5i2.24278.
- [3] M. Sugianto, Z. Abidin, U. Purwono, and J. R. Siregar, "Eksplorasi Kebutuhan Anak Dan Pengembangan Model Pengasuhan Di Lembaga Kesejahteraan Sosial Anak (Lksa) Di Abad 21 Di Jakarta," *Sosio Konsepsia*. 2020. doi: 10.33007/ska.v9i3.1890.
- [4] A. S. Prastiti, "Perancangan Ulang Interior Panti Sosial Asuhan Anak Putra Jakarta Interior Re-Design Putra Social Orphanage in Jakarta," vol. 4, no. 3, pp. 1432–1442, 2017, [Online]. Available: [file:///C:/Users/jeenies/Downloads/17.04.1897\\_jurnal\\_eproc.pdf](file:///C:/Users/jeenies/Downloads/17.04.1897_jurnal_eproc.pdf)
- [5] S. P. Pratama, "Optimisasi Efisiensi Energi dalam Bangunan Cerdas melalui Sistem Kontrol Berbasis IoT," *J. Technol. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [6] M. A. Berawi, Y. A. Yatmo, M. Sari, S. P. Larasati, and E. Roberts, *Pedoman Bangunan Cerdas Nusantara*. 2023. [Online]. Available: <https://www.ikn.go.id/storage/pedoman-bangunan-cerdas-nusantara.pdf>
- [7] H. Handri, Z. Taquiddin, and K. Huda, "Bangunan Pintar dan Penerapannya di Indonesia Smart Buildings and Its Application in Indonesia," *J. Arsit. dan Perenc.*, vol. 10, no. 2, pp. 44–45, 2021.
- [8] N. E. Husda *et al.*, *Metodologi Penelitian : Kualitatif, Kuantitatif dan Research and Development ( R & D )*, no. September. 2023.
- [9] S. La Djalia, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Rendahnya Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar," *Tak. J. Penelit. Pendidik. Dasar*, vol. 2, no. 2, pp. 129–135, 2022, doi: 10.35326/taksonomi.v2i2.2764.
- [10] M. Sari, "NATURAL SCIENCE : Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA , ISSN : 2715-470X ( Online ) , 2477 – 6181 ( Cetak ) Penelitian Kepustakaan ( Library Research ) dalam Penelitian Pendidikan IPA," pp. 41–53, 2020.
- [11] F. Chaerany, F. Rahardian, and A. Sadana, "Fenomena Co-Housing dan Co-Living Sebagai Alternatif Hunian Bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah," *Semrestek*, pp. 322–327, 2023, [Online]. Available: <https://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/prosiding/index.php/12345/article/download/524/477>
- [12] R. Pujantara, "Pengaruh Preseden Arsitektur Dunia Terhadap Karakteristik Bentuk Fasade Bangunan Di Kota Makassar," *Langkau Betang J. Arsit.*, vol. 2, no. 2, pp. 116–136, 2015, doi: 10.26418/lantang.v2i2.13834.
- [13] I. N. Y. Permana, N. Inayah, N. N. Arini, and W. A. Kusumaningthiyas, "Penerapan Prinsip Arsitektur Berkelanjutan Renovasi Bangunan Rumah Tinggal," no. 62, 2022.
- [14] S. R. H. Raviz, A. N. Eteghad, E. U. Guardiola, and A. A. Aira, "Flexible housing: The role of spatial organization in achieving functional efficiency," *Archnet-IJAR Int. J. Archit. Res.*, vol. 9, no. 2, pp. 65–76, 2015, doi: 10.26687/archnet-ijar.v9i2.422.
- [15] F. A. Ikhsan, A. Dianingrum, K. N. Handayani, P. A. Sari, M. Muqoffa, and T. S. Pitana, "Adaptasi Ruang Berdasarkan Perilaku Penghuni Sub Komunal Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA), Semanggi, Surakarta," *Arsitektura*, vol. 19, no. 2, p. 317, 2021, doi: 10.20961/arst.v19i2.55476.
- [16] A. Qurrota, "Keterkaitan Fasilitas Ruang Terhadap Kenyamanan Belajar Anak," *Siar-IV*, 2023.
- [17] The Ministry of Local Government and Modernisation, "Network of Public Space – an Idea Handbook," 2019.
- [18] F. Chaerany, F. D. Rahardian, and A. S. Sadana, "Fenomena Co-Housing dan Co-Living Sebagai Alternatif Hunian Bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah," vol. 7, pp. 259–276, 2024.
- [19] @papondokasihagape, "No Title," Instagram: papondokasihagape. [Online]. Available: <https://www.instagram.com/papondokasihagape/>
- [20] R. Herdiyana, R. Lestari, and M. Bahrum, "Psikologi Perkembangan Sosial terhadap Emosional pada Anak Usia Dini," *Banun J. Pendidik. Islam Anak Usia Dini*, vol. 1, no. 1, pp. 23–30, 2023.
- [21] D. S. Sumardi and S. W. Teh, "Ruang Edukasi Anak-Anak," *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 4, no. 1, p. 357, 2022, doi: 10.24912/stupa.v4i1.17238.
- [22] CASA Indonesia, "Preschool dengan Desain Interaktif yang Memikat," CASA Blog.
- [23] Mardiyanto, T. W. Caesariadi, and U. F. Andi, "Panti Asuhan Anak di Kota Pontianak Dengan Pendekatan



- Inklusif,” *JMARS J. Mosaik Arsit.*, vol. 10, no. 2, pp. 584–598, 2022.
- [24] S. Gita Kartika, U. Mustaqim, and Hardiyati, “Penerapan Desain Inklusif Pada Perancangan Sanggar Paud Inklusif Di Yogyakarta,” *Senthong*, vol. I, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [25] J. M. Laurens and G. Tanuwidjaja, “Melalui Pendekatan Desain Inklusi Menuju Arsitektur yang Humanis,” *Is Your Incl. My Excl.*, 2012.
- [26] A. S. Kirana, S. N. N. Ekasiwi, and S. N. N. Ekasiwi, “Perancangan Panti Asuhan ABK dengan Pendekatan Arsitektur Inklusif,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 12, no. 2, pp. 8–12, 2023, doi: 10.12962/j23373520.v12i2.115661.
- [27] V. V. Haryanto, “Sekolah ini Ramah bagi Anak Berkebutuhan Khusus,” CASA Blog.
- [28] A. Sinaga and R. Harahap, “Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Penerangan Dan Pendingin Ruangan (AC) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara,” *J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 24–29, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/METHOTIKA>
- [29] A. Syukron, B. S. Informatika, B. S. Informatika, A. Keuangan, and P. Asuhan, “Keuangan Panti Asuhan,” vol. 2, no. 2, pp. 150–157, 2020.
- [30] B. Winardi, “Penghematan Biaya Listrik Dengan Memanfaatkan Lampu LED Di Rumah Tangga,” *Pros. SENIATI*, vol. 4, no. 2, pp. 381–385, 2018.
- [31] D. Kartikawati and P. U. Pramesti, “Evaluasi Aspek Penghawaan Alami Terkait Sistem Ventilasi Bangunan Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI),” *Gewang*, vol. 6, no. 1, pp. 53–60, 2024.
- [32] Y. A. Sabtalistia, “Penghematan Energi Dengan Optimalisasi Material Dinding dan Kaca Jendela Pada Rumah Sederhana,” *Pawon J. Arsit.*, vol. 3, pp. 115–124, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/pawon/article/view/894>
- [33] G. Dwiki and P. Aryono, “Penggunaan Energi Ramah Lingkungan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Desa Kalumpang,” *Communnity Dev. J.*, vol. 4, no. 4, pp. 7373–7380, 2023.
- [34] N. Huda, “Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga,” *J. Cahaya Bagaskara*, vol. 3, no. 1, pp. 6–10, 2018.
- [35] Freedom Solar Power, “Freedom Solar Installs Solar Power System for Haiti Orphanage, A Child’s Hope,” youtube: Freedom Solar Power. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=DnSQ9hq8NoQ>