

Integrasi Teknologi Dengan Desain Bangunan Cerdas Untuk Peningkatan Efisiensi dan Kemandirian Energi

Dharwati P. Sari*, Hani Frisca

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

E-mail: धारwati.p.sari@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Bangunan cerdas dirancang dengan kemampuan untuk memanfaatkan energi terbarukan, mengoptimalkan penggunaan energi, dan bahkan menyalurkan kelebihan energi kembali ke jaringan listrik. Penelitian ini menyelidiki integrasi teknologi energi terbarukan dalam desain bangunan cerdas untuk mencapai peningkatan efisiensi dan kemandirian energi. Seiring dengan meningkatnya permintaan akan praktik pembangunan berkelanjutan, pemanfaatan sumber energi terbarukan dan mekanisme kontrol yang canggih menjadi sangat penting. Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif tentang perencanaan perancangan bangunan seni pertunjukan yang diselaraskan dengan variabel yang diterapkan seperti aspek energi, pencahayaan, monitoring, penggunaan air, dan pengaturan udara. Melalui pendeskripsian dan studi kasus yang mendalam, dapat diketahui bagaimana implementasi dari variabel tersebut kedalam bentuk perancangan desain bangunan. Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana integrasi sinergis teknologi energi terbarukan pada desain bangunan cerdas dapat menghasilkan pengurangan konsumsi energi secara signifikan, penurunan jejak karbon, dan peningkatan kemampuan bangunan untuk menjadi mandiri.

Kata Kunci: Bangunan Cerdas, Efisiensi Energi, Integrasi, Teknologi.

ABSTRACT

Smart buildings are designed with the ability to harness renewable energy, optimize energy use, and even channel excess energy back to the grid. This research explores the integration of renewable energy technologies in smart building design to enhance energy efficiency and independence. As sustainable development practices become more prominent, the use of renewable energy sources and advanced control mechanisms has become crucial. The study offers a comprehensive overview of designing performing arts buildings, considering factors such as energy efficiency, lighting, monitoring, water usage, and air regulation. Through detailed descriptions and case studies, the research demonstrates how these variables can be incorporated into building design. The findings reveal that the synergistic integration of renewable energy technologies in smart building design leads to significant reductions in energy consumption, carbon footprint, and increased self-sufficiency of the building.

Keyword: Energy Efficiency, Integration, Smart Building, Technology

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai sektor, termasuk dalam bidang konstruksi. Salah satu wujud nyata dari perkembangan teknologi adalah munculnya bangunan cerdas, sehingga integrasi teknologi dalam suatu bangunan yang menjadi suatu fokus di era modern saat ini. Integrasi teknologi dalam suatu bangunan dapat menciptakan bangunan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Integrasi Teknologi mencakup beberapa konsep antara lain adalah kecerdasan buatan atau AI, analitik data, dan *Internet of Things* (IoT) (Riyanto, 2024). Dalam halnya integrasi teknologi dalam bangunan menciptakan eksplorasi desain yang lebih canggih dalam merancang bangunan masa depan (Lumban, 2024). Bangunan cerdas memerlukan penggabungan sistem teknologi untuk mengoptimalkan performa suatu bangunan cerdas. Standar bangunan cerdas memberikan bangunan yang otomatis dan efisiensi yang tinggi untuk menciptakan kenyamanan bagi pengguna bangunan (Mannan, 2012).

Indonesia merupakan negara yang telah memiliki kesadaran atas perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi ini mendukung penerapan sistem operasional pada bangunan pintar (Handri, 2021). Seperti yang tercantum pada Peraturan Menteri PUPR No. 10 tahun 2023 tentang bangunan Gedung Cerdas yang mengatur penggunaan sistem cerdas atau pintar dalam bangunan gedung menjadi acuan bagi bangunan-bangunan yang ada di Indonesia untuk bisa menerapkan bangunan cerdas. Dengan adanya peraturan ini diharapkan bangunan-

bangunan yang ada di Indonesia menerapkan teknologi cerdas demi menciptakan bangunan yang lebih efisien, aman dan ramah lingkungan sesuai dengan perkembangan teknologi yang terus berinovasi.

Bangunan cerdas adalah sebuah fisik yang dilengkapi dengan peneapan teknologi canggih untuk menciptakan lingkungan yang efisien dan berkelanjutan. Prinsip dasar dari suatu bangunan cerdas adalah efisien, efektif, kemudahan, dan penerapan teknologi terbaru. Efisien mencakup keberhasilan bangunan cerdas dalam mengelola bangunannya. Efektif mengartikan bangunan cerdas menerapkan teknologi yang tepat guna, dimana teknologi yang digunakan sesuai dengan kebutuhannya. Kemudahan memiliki arti dalam kemudahan pengoprasian dan perawatan peralatan bangunan dan penerapan teknologi terbaru merupakan mengikuti perkembangan teknologi dari masa ke masa dan menerapkannya kedalam bangunan (Hakim, 2010). Bangunan cerdas memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai teknologi canggih, seperti sistem energi terbarukan, kontrol pencahayaan otomatis, monitoring penggunaan air, dan pengaturan udara yang efisien. Dengan memanfaatkan teknologi ini, bangunan cerdas dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan bahkan menyalurkan kelebihan energi kembali ke jaringan listrik, sehingga mendukung keberlanjutan lingkungan dan ekonomi.

Tujuan dalam penerapan bangunan cerdas adalah untuk memberikan pengurangan biaya operasional bangunan, memberikan jaminan dalam keberlangsungan bangunan gedung dan mencegah pergantian peralatan bangunan (Hakim, 2010). Persepsi bahwa bangunan cerdas dengan penerapan teknologi terbarukan mengeluarkan banyak biaya dalam pembangunannya bukanlah hal yang perlu dikhawatirkan. Penerapan teknologi hanya memakan biaya yang lebih tinggi 25% dari bangunan umum lainnya pada saat pembangunan, namun akan terasa lebih layak digunakan dan lebih hemat 38% dalam keberlangsungan operasional bangunan (Otorita IKN, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana integrasi teknologi energi terbarukan dalam desain bangunan cerdas dapat meningkatkan efisiensi dan kemandirian energi. Sebagai objek penelitian, bangunan serbaguna yang diberi nama *Unity Hall* dipilih sebagai penerapan bangunan cerdas. *Unity Hall* dirancang untuk mengakomodasi berbagai kegiatan dan fungsi, mulai dari pertemuan komunitas, acara budaya, dan lain sebagainya. Penelitian ini juga akan menunjukkan bagaimana desain bangunan yang mengintegrasikan teknologi energi terbarukan dapat menghasilkan pengurangan konsumsi energi secara signifikan, penurunan jejak karbon, dan peningkatan kemampuan bangunan untuk menjadi mandiri energi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan praktik pembangunan berkelanjutan dan desain bangunan cerdas pada masa depan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam integrasi teknologi dengan desain bangunan cerdas untuk peningkatan efisiensi dan kemandirian energi ini adalah penelitian Kualitatif yang diurai menjadi empat langkah utama. Langkah pertama memperoleh data primer, antara lain dokumentasi dan observasi yang merupakan sebuah pengumpulan data primer, yang dilakukan dengan cara mengamati langsung suatu kondisi yang ada dan berlangsung, sehingga data yang diperoleh bersifat autentik dan relevan dengan penelitian yang dilakukan (Sukmadinata, 2006). Langkah kedua memperoleh data sekunder yaitu dengan studi literatur yang mengacu pada data-data dari sumber yang relevan dengan topik (Habsy, 2017). dan studi preseden terkait bangunan cerdas. Data sekunder ini memberikan konteks dan referensi yang memperkaya penelitian serta membantu dalam memahami konsep bangunan cerdas lebih luas. Langkah ketiga yaitu melakukan komparasi terhadap seluruh data yang telah diperoleh, baik data primer maupun sekunder. Proses komparasi ini memiliki tujuan untuk menemukan kesaam serta hubungan antara data-data yang ada sehingga dapat merancang strategi integrasi teknologi pada desain bangunan cerdas.

Langkah terakhir atau langkah keempat adalah mengembangkan hasil komparasi menjadi sebuah rancangan yang akan diterapkan pada bangunan *Unity Hall*. Rancangan ini diharapkan tidak hanya mencerminkan efisiensi energi dan kemandirian teknologi sehingga dapat memenuhi kebutuhan fungsional dan estetika diinginkan. Dengan demikian, hasil akhir dari metode penelitian ini adalah sebuah desain bangunan cerdas yang inovatif, efisien, dan berkelanjutan, sesuai dengan tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Lokasi



Lokasi: Jalan P.M Noor, Sempaja Selatan, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

Luas Lahan: 2.400 m²

GSP: 14 M

GSB: 19 M

B. Fasade Bangunan



Gedung *Unity Hall* ini merupakan bangunan serbaguna yang dapat dirancang untuk dapat mengakomodasi berbagai jenis acara yaitu acara pernikahan, pertunjukan seni, seminar, hingga acara lainnya yang memerlukan ruang yang luas dan fleksibel. Bangunan ini memiliki luas 45m x 27,5m. Dengan ukuran yang cukup luas, gedung ini mampu menampung banyak orang dan menyediakan fasilitas yang memadai untuk berbagai keperluan acara.

Salah satu keunikan dari bangunan ini adalah terletak pada fasade bangunan yang digunakan menerapkan unsur budaya Kalimantan yaitu ukiran Dayak. Ukiran ini diaplikasikan menggunakan teknik *lasser cutting* yang tidak hanya dapat menambah estetika bangunan tetapi juga memberikan kesan modern tanpa menghilangkan sentuhan tradisional. Penerapan fasade bangunan ini pun menerapkan sistem pencahayaan yang canggih, dimana lampu akan otomatis menyala ketika pada malam hari.

Dengan adanya integrasi teknologi pada bangunan ini dapat memberikan manfaat dan nilai tambah bagi penyewa atau pengelola gedung yang bertanggung jawab atas operasional gedung. Keberadaan teknologi canggih ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan kemudahan penggunaan bangunan gedung tetapi juga menciptakan efisiensi energi dan operasional yang tinggi. Selain itu, bangunan cerdas ini juga dapat memberikan nilai tambah yang menjadi pilihan menarik bagi siapa saja yang membutuhkan tempat untuk mengadakan acara-acara penting.

C. Penerapan Integrasi Teknologi Bangunan Cerdas

Penerapan teknologi Bangunan Cerdas pada Gedung Serbaguna (Unity Hall) merupakan langkah inovatif yang bertujuan untuk mencapai kemandirian energi serta meningkatkan efisiensi operasional bangunan secara keseluruhan. Teknologi ini dirancang untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi ketergantungan energi, dan menciptakan lingkungan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penerapan teknologi cerdas ini tidak hanya menawarkan manfaat jangka pendek dalam hal efisiensi, tetapi juga memberikan keuntungan jangka panjang dalam bentuk pengurangan biaya operasional dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Penerapan teknologi tersebut meliputi berbagai aspek, antara lain:

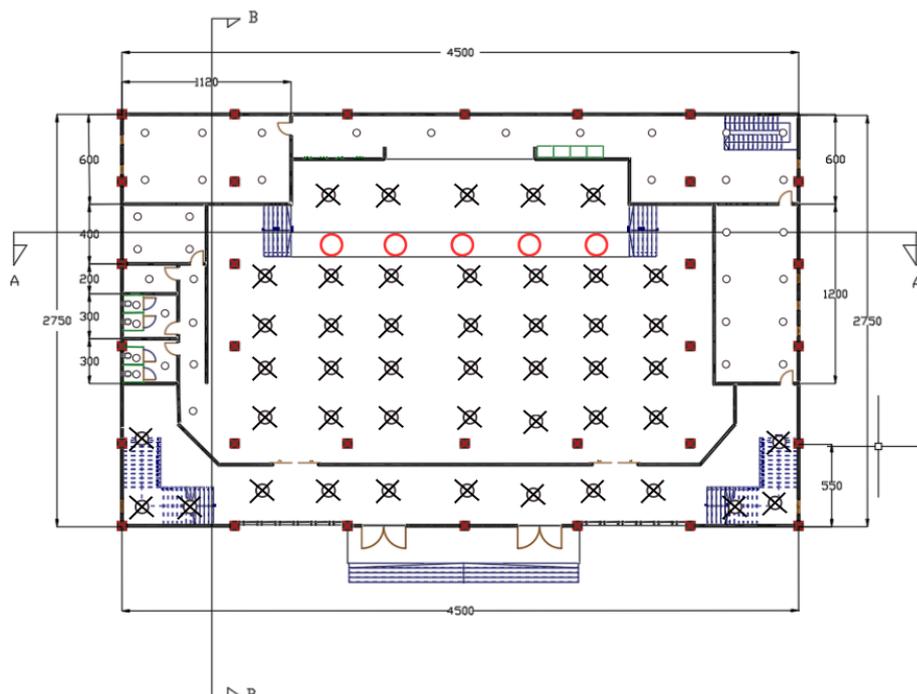
1. Aspek Pencahayaan

Pencahayaan Eksterior



Eksterior bangunan ini menggunakan 2 jenis lampu, yaitu lampu LED strip dan lampu LED outdoor dengan ukuran 100 watt. Pencahayaan eksterior ini tidak hanya memberikan kesan keindahan namun pencahayaan ini juga disertakan dengan sensor cahaya. Sensor cahaya ini ketika keadaan gelap atau malam dapat menyala otomatis dan mati otomatis ketika keadaan terang. Dengan penggunaan sensor cahaya ini maka dapat mengurangi penggunaan energi listrik karena lampu tidak akan menyala lebih lama dari yang diperlukan. Hal ini tidak hanya mengurangi penggunaan konsumsi energi listrik secara signifikan, tetapi juga mengurangi biaya operasional yang terkait dengan penggunaan listrik. Selain itu, pengguna bangunan tidak perlu repot untuk menghidupkan atau mematikan lampu secara manual.

Pencahayaan Interior



Tabel 1. Jenis Lampu

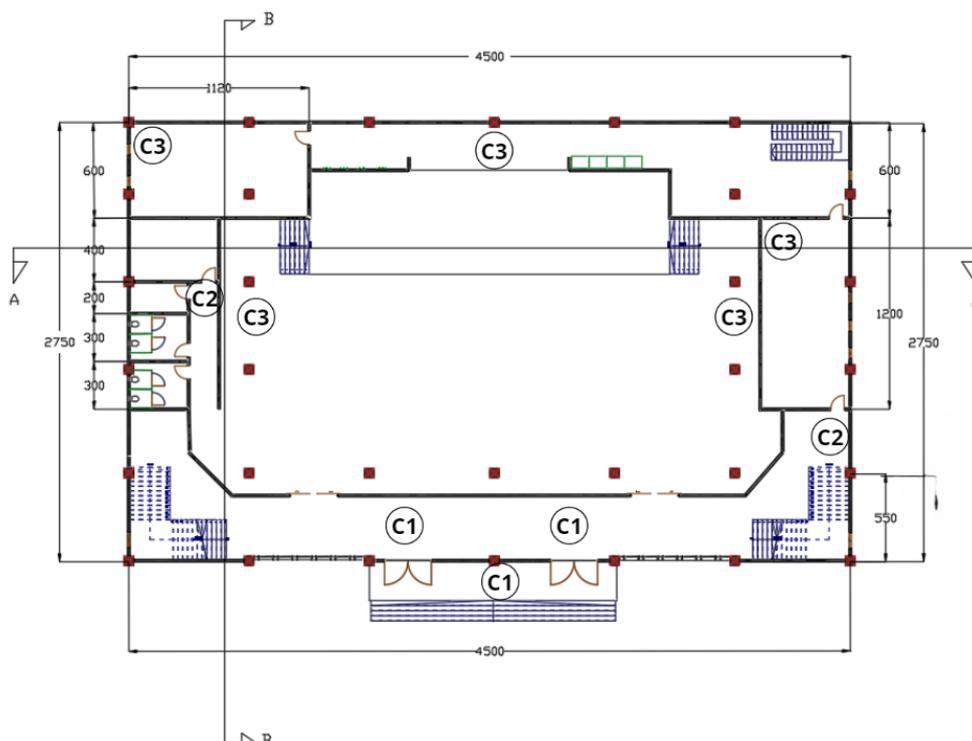
No	Jenis Lampu	Besaran Daya	Jumlah	Letak
1.	Lampu downlight outbow LED	60 watt	83 lampu	Lantai 1 dan 2
2.	Lampu Sorot fresnel LED	200 watt	5 lampu	Lantai 1
3.	Lampu downlight LED	12 watt	37 lampu	Lantai 1

Penggunaan lampu pada interior bangunan menggunakan 3 jenis lampu yaitu Lampu *downlight outbow* LED, lampu sorot Fresnel LED, Lampu *downlight* LED. Lampu *downlight* LED dan lampu *downlight outbow* LED ini memberikan pencahayaan yang merata untuk ruangan seperti toilet, backstage, tangga, dan area tempat duduk. Sedangkan lampu sorot Fresnel LED dengan daya yang besar digunakan untuk fokus pencahayaan di area panggung yang menjadi tempat yang tersorot penonton atau *audience* yang menciptakan efek visual yang dramatis dan meningkatkan pengalaman visual secara keseluruhan.

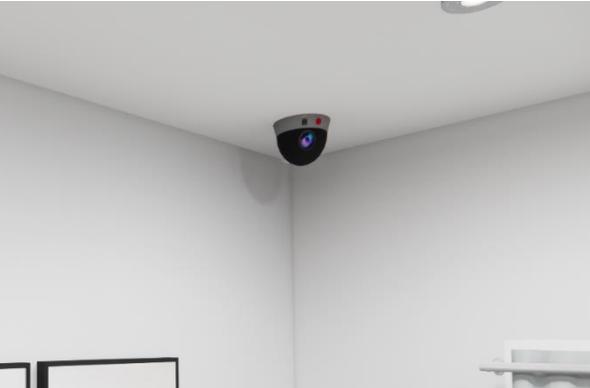
Semua jenis lampu yang diterapkan dalam interior bangunan ini dilengkapi dengan kemampuan untuk mengatur tingkat kecerahan sesuai dengan kebutuhan aktivitas yang sedang berlangsung. Sistem pengaturan kecerahan ini memungkinkan penyesuaian pencahayaan yang fleksibel, dari suasana yang lembut hingga pencahayaan yang terang untuk kegiatan yang membutuhkan visibilitas yang lebih tinggi. Dengan fitur ini, pencahayaan dapat diatur secara dinamis yang memberikan kenyamanan dan fungsionalitas yang sesuai dengan berbagai situasi dan aktivitas di dalam bangunan.

2. Aspek Monitoring

Monitoring bangunan mencakup monitoring keamanan yang dituju untuk mengawasi dan melindungi pengguna dan pengelola bangunan (Zahra, 2022). Monitoring keamanan yang efektif mencakup sensor pergerakan manusia dan dapat mendeteksi perilaku mencurigakan. Pengawasan ini menggunakan sistem pengawasan video atau biasa dikenal dengan CCTV. Pemasangan CCTV ini diletakkan disudut-sudut ruangan yang strategis dan di area pintu masuk yang mengawasi secara *real time*. Dengan perletakan monitoring kemanan yang strategis dan mencakup area yang luas maka dapat mengurangi penggunaan CCTV dan dapat menghemat energi.



Tabel 2. Jenis CCTV

No.	Jenis CCTV	Besaran Daya	Jumlah	Letak
1.	Kamera CCTV Dome resolusi 4K  <p>Gambar 6. CCTV Dome</p>	10 watt	3	Lantai 1
2.	Kamera CCTV PTZ Rotation  <p>Gambar 7. CCTV PTZ rotation</p>	12 watt	2	Lantai 1
3.	Kamera CCTV HD resolusi 4K  <p>Gambar 8. CCTV HD</p>	8 watt	5	Lantai 1

3. Aspek Manajemen Air

Manajemen air merupakan aspek penting pada bangunan cerdas yang akan memberikan penghematan konsumsi air dan meminimalisir limbah yang dihasilkan (Suni,2021). Pada bangunan ini, penerapan manajemen air dilakukan melalui teknologi canggih yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Manajemen air yang diterapkan pada bangunan ini adalah daur ulang air hujan, sistem pendeteksi kebocoran, dan penggunaan peralatan saniter yang efisien.

Manajemen air yang pertama adalah daur ulang air hujan. Sistem ini yaitu memanfaatkan kembali air hujan yang ditampung dan didistribusikan ke toilet sebagai *flushing* (Hidayat, 2014). Dengan cara ini, penggunaan air bersih untuk keperluan toilet dapat dikurangi, sehingga mengurangi tekanan pada sumber air utama dan membantu dalam pelestarian sumber daya air. Manajemen air yang berikutnya adalah Sistem pendeteksi kebocoran. Sistem proteksi kebocoran adalah dengan penggunaan sensor canggih yang dapat mengidentifikasi suatu kebocoran secara real time pada pipa atau instalasi air. Sensor ini memungkinkan perbaikan dengan cepat sehingga meminimalisir air yang terbuang dan kerusakan bangunan.



Manajemen air yang terakhir yang diterapkan pada bangunan ini adalah penggunaan peralatan saniter yang efisien. Peralatan saniter yang efisien dapat menghemat penggunaan air atau aliran rendah. Peralatan ini dapat mengatur aliran air dengan fitur-fitur yang disediakan untuk mengurangi konsumsi air yang berlebih. Secara keseluruhan penerapan manajemen air tidak hanya berkontribusi pada penghematan biaya dan efisiensi sumber daya tetapi juga meningkatkan bangunan berkelanjutan dan tanggung jawab lingkungan dari bangunan ini yang menjadikannya lebih ramah lingkungan.

4. Aspek Manajemen Udara

Manajemen Udara dalam bangunan cerdas merupakan aspek penting yang paling dibutuhkan sebuah bangunan, karena kebanyakan orang menghabiskan waktunya didalam ruangan. Dengan mempertimbangkan hal ini, bangunan cerdas mengadopsi berbagai inovasi untuk memastikan kualitas udara didalam ruangan tetap optimal dan sehat. Bangunan cerdas ini menerapkan suatu inovasi yaitu sebuah sensor yang memantau kualitas udara didalam ruangan. Sensor ini bekerja untuk mengukur kelembapan dan suhu untuk meningkatkan kualitas udara melalui sistem pemurnian udara atau filter udara. Dengan informasi yang diterima oleh sensor ini maka sistem dapat melakukan penyesuaian otomatis untuk menjaga kondisi udara yang nyaman dan sehat bagi penghuni.

Filter udara ini merupakan sistem HVAC. HVAC ini dirancang untuk menyaring partikel-partikel berbahaya (Fendy, 2023). Sistem HVAC ini tidak hanya berfungsi untuk menjaga suhu dan kelembapan yang nyaman tetapi juga berperan penting untuk memastikan udara yang dihirup oleh penghuni tetap bersih dan segar. Perawatan dan pembersihan sistem HVAC juga diperhatikan dengan cermat. Pemeliharaan rutin dapat dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem berfungsi dengan maksimal. Dengan penerapan manajemen udara yang komprehensif ini bangunan cerdas tidak hanya menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan nyaman bagi penghuninya tetapi juga meningkatkan efisiensi energi dan berkelanjutan operasional, menjadikannya contoh yang baik dalam desain bangunan yang memperhatikan kesejahteraan dan efisiensi secara bersamaan.

4. Kesimpulan

Penerapan teknologi Bangunan Cerdas pada Gedung Serbaguna (*Unity Hall*) menunjukkan langkah maju yang signifikan dalam menciptakan bangunan yang efisien dan berkelanjutan. Teknologi ini bertujuan untuk mencapai kemandirian energi, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi dampak lingkungan. Penerapan teknologi cerdas ini melibatkan berbagai aspek penting yaitu: Teknologi pencahayaan baik eksterior maupun interior dengan sistem pengaturan kecerahan interior memberikan kenyamanan dan efisiensi yang disesuaikan dengan aktivitas yang berlangsung. Sistem monitoring keamanan yang menggunakan CCTV dan sensor pergerakan. Manajemen air melalui daur ulang air hujan, deteksi kebocoran, dan penggunaan peralatan saniter yang efisien. Yang terakhir yaitu manajemen udara dengan sistem pemantauan kualitas dan filter udara yang terintegrasi dalam sistem HVAC menjaga kualitas udara dalam ruangan tetap optimal. Secara keseluruhan, penerapan teknologi bangunan cerdas pada *Unity Hall* tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan tetapi juga berkontribusi pada pengurangan biaya operasional dan dampak lingkungan yang menjadikan contoh dalam desain bangunan berkelanjutan.

5. Daftar

- Febriadi, G., & Afgani, J. J. Kajian Prinsip arsitektur Berkelanjutan pada Bangunan Perkantoran (Studi Kasus: Shanghai Tower, Shanghai, Pudong). Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Fendy Cuandra, Martasya Binti Amiruddin, Dita Ayu Sri Maharani, Frentyo, & Yang Sonsen Samuel. (2023). ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN OPERASIONAL PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR PT. AIRTECH GLOBALINDO BATAM *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(10), 3713–3726.
- Habsy, B. A. (2017). Seni memahami penelitian kualitatif dalam bimbingan dan konseling: Studi literatur. *Jurnal Konseling Andi Matappa*, 1(2), 90-100.
- Hakim. (2010). Evaluasi Sistem Bangunan Pintar pada Pusat Perbelanjaan Senayan City di Jakarta. *Arsiton*, 1(2).
- Handri, H., Taqiuddin, Z., & Huda, K. (2021). Bangunan pintar dan penerapannya di Indonesia. *RAUT: Jurnal Arsitektur dan Perencanaan*, 10(2), 40.
- Hidayat, A., Ibrahim, E.M., A. S., & Permatasari, I. (2014). Kajian Penerapan Photovoltaic cell dan pengolahan air hujan terhadap efisiensi energi dan air pada bangunan Masjid Rahmatan Lil Alamin. *Jurnal Reka Karsa*, 2(1).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2023 tentang Bangunan Gedung Cerdas. *Berita Negara Tahun 2023 Nomor 880*.
- Lizar, N. R. (2021). Penerapan Konsep Bangunan Cerdas pada Desain Hunian Padat di Kapuk. *Jurnal STUPA*, 3(1), 455-464.
- Lumban Gaol, V. F. (2024). ARSITEKTUR DAN KEINDAHAN: MENJEMBATANI ANTARA ESTETIKA DAN FUNGSI. *Teknik Arsitektur*, 1(3).
- Maharani, A. Z. (2022). Perancangan Rental Office Berbasis Teknologi Smart Building di Kota Bandar Lampung: Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan (Laporan Tugas Akhir, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Lampung). Universitas Lampung.
- Mannan, K. A., & Muchlis, A. F. (2012). Penerapan teknologi smart building pada perancangan smart masjid. *Journal of Islamic Architecture*, 2(2).
- Nasution, A., Moerni, S. Y., & Rambe, Y. S. (2024). Efisiensi energi berkelanjutan: Strategi desain dan perhitungan optimalisasi efisiensi energi pada selubung bangunan. *MARKA (Media Arsitektur Dan Kota) Jurnal Ilmiah Penelitian*, 7(2), 167-182.
- Otorita Ibu Kota Nusantara. (2023). Pedoman bangunan cerdas Nusantara: Transformasi hijau dan digital. Otorita Ibu Kota Nusantara.
- Riyanto, A., Priyatna, D. B., & Pramono. (2024). Integrasi teknologi cerdas untuk pembangunan berkelanjutan e-bisnis di sektor pariwisata Tawangmangu. *Jurnal Kajian dan Penalaran Ilmu Manajemen*, 2(2), 91-100.
- Sukmadinata, N. S. (2017). *Metode penelitian pendidikan* (Cet. ke-12). PT. Remaja Rosdakarya.
- Suni, Y. P. K., & Legono, D. (2021). MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR TERPADU DALAM SKALA GLOBAL, NASIONAL DAN REGIONAL. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 77-88.
- Wibowo, S., Purwantiasning, A. W., & Hantono, D. (2017). Penerapan konsep bangunan pintar pada perencanaan kantor pusat penelitian dan pengembangan teknologi ‘Apple’ di Jakarta. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*, 1(1), 7.
- Zahra.R.F., Sheha. A. N., & Wilman. R. H. (2022). Penerapan Konsep Smart Office Pada Perancangan Interior Kejaksaan Negeri Cianjur Jawa Barat. *Telkom University*, 8(6).