Penerapan Sistem *Smart Building* Terhadap Efisiensi Energi Pada Perancangan *Mixed Use Building* di Kota Makassar

Andi Astrid Rezky Khadijah Putri[1], A. M. Akbar[2]
[1]Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia
[2]Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia
Email: [1]astridkhadijah30@gmail.com, [2]am.akbar@umi.ac.id
Corresponding author: astridkhadijah30@gmail.com

Abstract. *The growth of urban activities in Makassar has driven an increasing demand for space leading to the rapid development of vertical buildings with a mixed use concept. However, several mixe duse buildings still face challenges such as limited parking, suboptimal indoor comfot, and inefficient energy usage. This study aims to evaluate the implementation of smart building systems in the design od mixed use buildings in Makassar to enhance building performance. The research methodology includes a literature review, site analysis, and evaluation of smart building systems applied to key building elements, including adaptive facades and the building management system. The results indicate that these technologies have the potential to improve operational efficiency, enhance user comfort, and support more effective energy management.*

Keywords: *Energy Efficiency; Mixed Use Building; Smart Building*

Abstrak. Perkembangan aktivitas perkotaan di Kota Makassar mendorong meningkatnya kebutuhan ruang sehingga pembangunan bangunan vertikal dengan konsep *mixed use building* semakin berkembang. Meskipun demikian, beberapa bangunan *mixed use* masih menghadapi berbagai permasalahan seperti keterbatasan ruang parkir, kurangnya kenyamanan ruang, serta penggunaan energi yang belum efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan sistem *smart building* pada perancangan *mixed use* building di Kota Makassar dalam meningkatkan performa bangunan. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, analisis tapak, serta evaluasi penerapan sistem *smart building* pada beberapa elemen bangunan meliputi fasad adaptif dan sistem *building management system*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi tersebut berpotensi meningkatkan efisiensi operasional bangunan, kenyamanan pengguna, serta mendukung pengelolaan energi yang lebih efektif.
Kata Kunci: *Bangunan Pintar; Bangunan Multifungsi; Efisiensi Energi.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sebagai pusat metropolitan terbesar di Indonesia Timur, Kota Makassar memegang peran strategis dalam pelayanan dan aktivitas ekonomi regional (Umamit et al., 2023). Pada tahun 2024, perekonomian Kota Makassar tercatat tumbuh sebesar 4,82 persen (Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan, 2024). Pertumbuhan ekonomi tersebut berimplikasi pada meningkatmya intensitas aktivitas perkotaan yang turu mendorong peningkatan jumlah penduduk. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2023 jumlah penduduk Kota Makassar mencapai 1.474.393 jiwa dengan laju pertumbuhan sebesar 0,79 persen dalam periode 2020-2023. Dengan luas wilayah sekitar 175,77 km², tingkat kepadatan penduduk Kota Makassar mencapai 8.388 jiwa per km persegi (Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2024).

Peningkatan kepadatan penduduk tersebut tidak terlepas dari tingginya tingkat urbanisasi yang disebabkan oleh peluang kerja dan potensi peningkatan pendapatan di pusat kota (Rijal & Tahir, 2022). Kondisi ini berdampak pada semakin terbatasnya ketersediaan lahan perkotaan terutama di Kawasan strategis yang ditandai dengan meningkatnya nilai tanah seiring kedekatan terhadap pusat aktivitas kota.

Keterbatasan lahan tersebut mendorong kecenderungan Pembangunan secara vertikal sebagai alternatif untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang dan mendukung efisiensi sirkulasi perkotaan (Jamika et al., 2023). Hunian vertikal yang digemari oleh masyarakat modern adalah hunian yang berada di lokasi yang strategis karena faktor aksesibilitas, jarak ke tempat kerja, dan dekat dengan fasilitas publik (Yosita, 2022).

Kota Makassar memiliki beberapa bangunan yang menggabungkan dua aktivitas dan fungsi didalamnya. Namun, berdasarkan studi kasus pada *mixed use building* di Kota Makassar seperti: Nipah Mall, Mall Panakkukkang dan Hotel Myko, dan Phinisi Point Mall dan Hotel The Rinra ditemukan beberapa permasalahan arsitektural. Permasalahan pertama terdapat kendaraan yang parkir liar di area sekitar bangunan yang menyebabkan kemacetan pada ruas jalan sekitar bangunan khususnya pada setiap sore hari atau jam sibuk. Permasalahan kedua yaitu kurangnya kapasitas parkiran pada bangunan yang menyebabkan penumpukan kendaraan di area parkiran khususnya jika terjadi lonjakan pengunjung. Hal ini menyebabkan kemacetan dan membutuhkan waktu yang lama bagi para pengunjung untuk mencari parkiran. Selain itu, kurangnya pedestrian yang menyebabkan perpindahan pejalan kaki menjadi kurang aman dan kurang efisien sehingga memakan waktu yang banyak bagi pengunjung untuk berpindah dari satu fungsi bangunan ke fungsi lainnya. Permasalahan ketiga adalah penggunaan energi secara berlebihan atau tidak efisien. Hal ini terjadi setiap hari pada studi kasus bangunan yang penulis dapatkan dan disebabkan oleh sistem kontrol yang kurang tepat. Penggunaan energi yang berlebihan memberi dampak buruk pada bangunan maupun lingkungan sekitarnya.

Secara global, sektor bangunan menyumbang sekitar 30 persen konsumsi energi final dan 26 persen emisi terkait energi yang terdiri atas emisi langsung dari pengoperasian gedung serta emisi tidak langsung dari produksi listrik dan panas yang digunakan bangunan (International Energy Agency, 2025). Salah satu Upaya mengurangi dan mengoptimalkan konsumsi energi dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan desain yang memperhatikan kenyamanan dan keamanan lingkungan pada bangunan yang dikenal dengan sebutan *smart building. Smart building* merupakan konsep teknologi pada bangunan dan memperhatikan penggunaan energi yang berlebihan(Handri et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini tidak hanya membahas konsep perancangan bangunan tetapi juga mengevaluasi potensi penerapan *smart building* pada perancangan *mixed use building* di Kota Makassar. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis pengaruh penerapan sistem *smart building* terhadap efisiensi energi bangunan, kenyamanan pengguna, serta efisiensi operasional bangunan.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hafid Agung Setyawan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya tahun 2023 dengan judul penelitian *mixed use building* dengan pendekatan arsitektur bioklimatik di Kota Surabaya. Perbedaan penulisan ini dengan artikel diatas terletak pada lokasi perencanaan, permasalahan arsitektur, dan pendekatan konsep yang digunakan pada bangunan. Lokasi pada artikel tersebut terletak di Kota Surabaya sedangkan lokasi artikel ini terletak di Kota Makassar. Permasalahan arsitektur pada artikel tersebut adalah pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan hunian dan lapangan kerja, dan peningkatan urbanisasi sedangkan artikel ini meninjau dari gaya hidup masyarakat modern, tingkat urbanisasi, krisis ketersediaan lahan, dan permasalahan arsitektur yang terjadi pada *mixed use building* di Kota Makassar. Pendekatan yang diangkat pada artikel tersebut adalah arsitektur bioklimatik sedangkan pendekatan yang digunakan pada artikel ini ialah *smart building* (Setyawan, 2023).

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 *Mixed Use Building*

Mixed use building merupakan bangunan multifungsi yang berkembang sebagai respon terhadap kebutuhan masyarakat perkotaan akan efisiensi dan kemudahan dalam beraktivitas (Medtry, 2021). Bangunan ini menggabungkan fungsi hunian, perkantoran, dan retail dalam satu bangunan serta dapat dilengkapi dengan fungsi pendukung lainnya (Surprenant, 2006). Ditengah keterbatasan lahan perkotaan, pengembangan bangunan vertikal dengan konsep *mixed use building* menjadi solusi yang mampu mengintegrasikan berbagai fungsi yang saling terkait. Penerapannya berperan dalam meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna serta

memberikan manfaat berupa kemudahan akses antar fasilitas, pengurangan kemacetan, peningkatan interaksi sosial, dan efisiensi energi (English Partnerships & The Housing Corporation, 2000).

Karakteristik *mixed use building* ditandai dengan keberadaan lebih dari satu fungsi aktivitas yang saling terhubung dalam satu bangunan. Keterkaitan antar bangunan serta konektivitas yang efektif mendukung terbentuknya sinergi antar fungsi. Selain itu, penyediaan jalur pejalan kaki menjadi elemen penting dalam meningkatkan aksesibilitas sebagai penghubung antar masing – masing fungsi bangunan (Schwanke & Group, 2003). Konfigurasi bangunan pada *mixed use building* berperan penting dalam menentukan bentuk bangunan dan keterhubungan antar fungsi di dalamnya. Keberhasilan penerapan *mixed use building* ditandai oleh kemampuan dalam mengintegrasikan berbagai fungsi yang berbeda dalam satu bangunan secara efektif. Salah satu bentuk konfigurasi yang umum diterapkan adalah *multitowered mega structure*, yaitu bangunan *mixed use* yang terdiri atas beberapa menara yang saling terhubung dengan podium atau atrium. Konfigurasi ini dirancang untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan serta meningkatkan kenyamanan dan aksesibilitas pengguna (Nurani, 2008).

Berdasarkan hal tersebut, *mixed use building* tidak hanya menekankan pada penggabungan fungsi namun juga pada integrasi masing – masing fungsi yang mendukung efisiensi dan kenyamanan.

1.2.2 *Smart building*

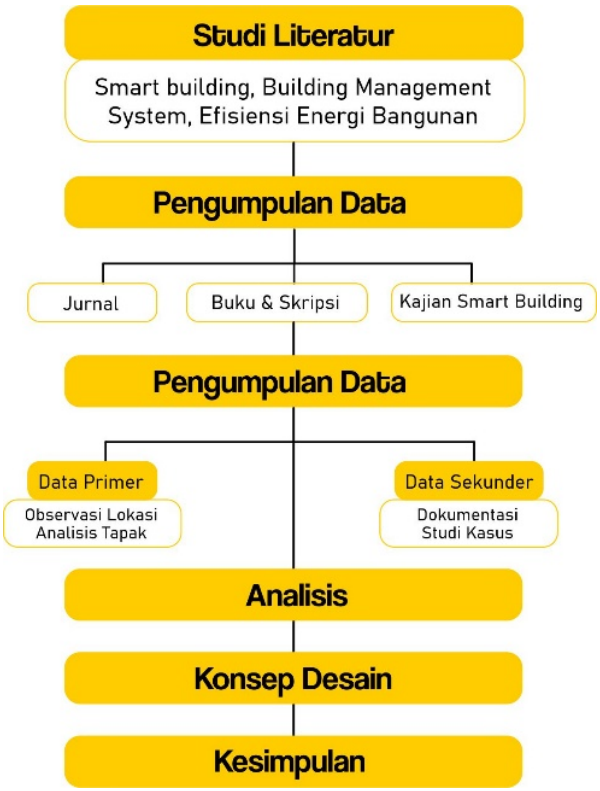
Smart building merupakan konsep bangunan yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan pengguna, serta efektivitas pengelolaan bangunan. Teknologi seperti sensor, Internet of Things (IoT), dan sistem otomatisasi memungkinkan bangunan memantau kondisi lingkungan secara real time dan menyesuaikan operasional bangunan secara otomatis sesuai kebutuhan pengguna (Upadhyay et al., 2024). Selain meningkatkan efisiensi operasional, konsep *smart building* juga berkontribusi dalam pembangunan berkelanjutan karena teknologi yang digunakan memungkinkan pengelolaan energi menjadi lebih optimal sehingga dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon pada bangunan (Danyal Khan et al., 2025). Dalam penerapannya berbagai sistem dalam bangunan seperti pencahayaan, sistem penghawaan, sistem keamanan, serta manajemen energi dapat diintegrasikan dalam satu sistem yang saling terhubung sehingga operasional bangunan menjadi lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna maupum perubahan kondisi lingkungan(Kaur & Sharma, 2025).

Komponen penting dalam penerapan *smart building* adalah *building management system* (BMS) yaitu sistem yang digunakan untuk memantau, mengontrol, serta mengelola berbagai sistem operasional bangunan secara terpusat (Castaño-Rosa et al., 2024). *Building management system* bekerja dengan mengumpulkan data dari berbagai sensor yang dipasang pada bangunan seperti sensor suhu, kelembapan, pencahayaan, dan sistem keamanan kemudian memproses data tersebut untuk mengatur operasional bangunan secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi sekaligus menjaga kenyamanan penghuni bangunan (Taboada-Orozco et al., 2024).

Beberapa konsep yang akan diterapkan pada *mixed use building* di Kota Makassar: (a) Efisiensi energi. Menerapkan sistem terpusat untuk memantau dan mengendalikan seluruh sistem bangunan secara otomatis dan *real time* seperti: sistem pencahayaan, sistem penghawaan, sistem kelistrikan, dan sistem keamanan. (b) Adaptif. Menerapkan sistem peneduh adaptif pada fasad bangunan untuk mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami. (c) Interaksi. Memungkinkan sistem kontrol pada suhu, pencahayaan, dan keamanan di kontrol langsung oleh pengguna bangunan. (d) Operasional dan Pemeliharaan. Sistem pemeliharaan yang memungkinkan deteksi dini kerusakan sehinggat perbaikan dapat dilakukan lebih efisien dan mengurangi pemborosan daya.

2. Metodologi

Penulisan ini menggunakan metode melalui studi literatur mengenai *smart building* dan efisiensi energi dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan sekunder melalui observasi lokasi, analisis tapak, dokumentasi, serta stdui kasus. Data diperoleh kemudian di analisis untuk menghasilkan konsep desain yang menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan penelitian,



Gambar 1. Bagan Metodologi Perancangan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Lokasi Perancangan

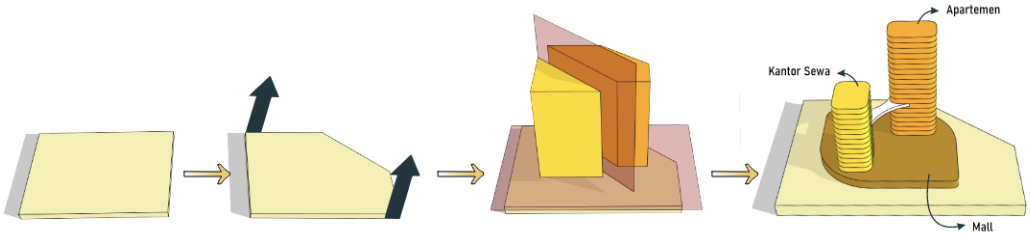
Lokasi perancangan berada di Jalan Citraland Boulevard CPI, Kelurahan Panambungan, Kecamatan Mariso, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Tapak perancangan memililiki luasan lahan sekitar 45.000 m². Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Makassar Tahun 2024-2043 lokasi perancangan termasuk dalam Kawasan peruntukan permukiman, perkantoran, dan pariwisata. Orientasi tapak menghadap ke arah utara dengan lebar jalan sebesar 10 meter. Lokasi perancangan memiliki sejumlah potensi strategis yang memudahkan aksesibilitas dari dan ke lokasi tapak seperti: (a) berada langsung di depan jalan utama Kawasan CPI dan berada sekitar 500 meter dari jalan primer yaitu Jalan Metro Tj. Bunga. (b) Lokasi tapak didukung dengan keberadaan fasilitas – fasilitas yang mendukung fungsi bangunan. (c) Lebar jalan dari dan ke tapak cukup lebar sehingga mempermudah aksesibilitas dari dan ke tapak. (d) kondisi view disekitar tapak memiliki potensi yang sangat tinggi dalam mendukung fungsi dan nilai bangunan.



Gambar 2. Lokasi Perancangan

3.2 Tata Bentuk dan Transformasi Bangunan

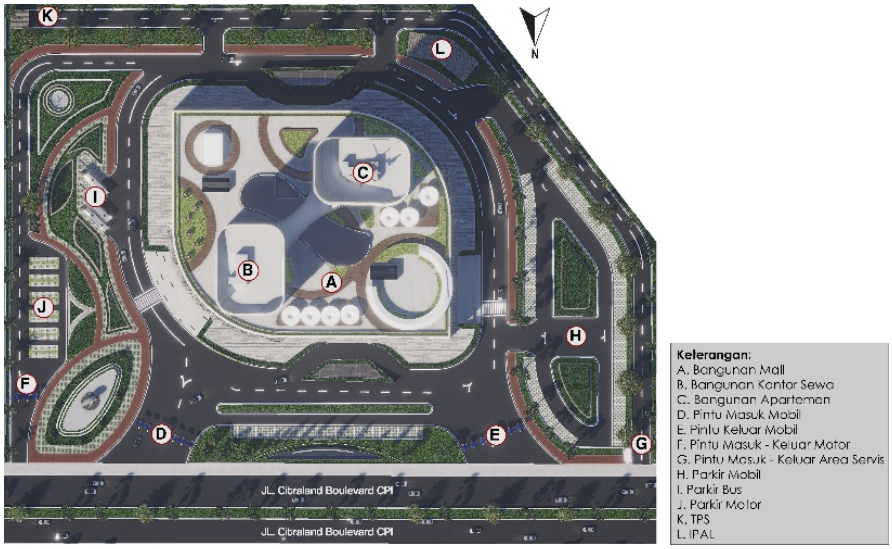
Bentuk persegi dipilih sebagai bentuk dasar bangunan karena pemanfaatan ruang yang maksimal dan memberikan kesan stabil dan simetris. Transformasi bentuk bangunan pada sistem *smart building* pada perancangan *mixed use building* di Kota Makassar terinspirasi dari salah satu filosofi Kota Makassar yaitu "Anging Mammiri". Anging mammiri berarti "angin berhembus sepoi – sepoi" dimana desain bangunan bukan hanya merespon angin namun mengolahnya menjadi kenyamanan bagi bangunan dan pengguna bangunan itu sendiri. Filosofi ini diterapkan dalam tiga aspek desain bangunan yaitu: (a) Pemisahan massa bangunan. Pemisahan massa bangunan dilakukan untuk mengurangi kecepatan angin dan meningkatkan kenyamanan termal alami. (b) Podium sebagai ruang terbuka. Podium dirancang untuk mengalirkan dan menyebarkan udara alami ke sekitar bangunan. (c) Dua massa dalam satu kesatuan. Dua massa bangunan yang memiliki fungsi berbeda disatukan melalui podium sebagai ruang aktivitas bersama yang menghubungkan fungsi – fungsi berbeda secara harmonis.



Gambar 3. Transformasi Bentuk Bangunan

3.3 Pengolahan Tapak

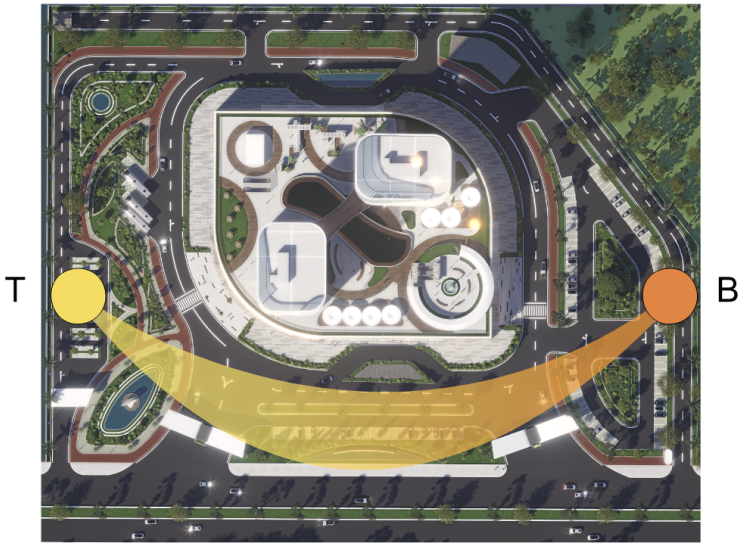
Pada perancangan siteplan sistem *smart building* pada perancangan *mixed use building* di Kota Makassar terbagi atas 3 zona utama yaitu, zona bangunan, zona parkir dan zona servis. Zona bangunan mengakomofasi tiga fungsi aktivitas yang saling terintegrasi sedangkan zona parkir terpisah berdasarkan jenis kendaraan yang meliputi parkir mobil, sepeda motor, dan bus untuk mendukung keteraturan sirkulasi. Zona servis ditempatkan pada area yang tidak berinteraksi langsung dengan ruang publik. Akses masuk utama ke dalam tapak berada di sisi kiri tapak mengikuti alur jalan utama guna mendukung kelancaran pergerakan aksesibilitas.



Gambar 4. Site Plan

3.4 Orientasi Matahari Pada Tapak

Orientasi depan tapak yang menghadap ke arah utara merupakan orientasi terbaik berdasarkan pergerakan matahari dari timur ke barat. Sisi bangunan yang langsung terpapar radiasi matahari memerlukan perhatian khusus untuk mengurangi dampak termal. Oleh karena itu, pada sisi tersebut diterapkan teknologi *smart building* sebagai second skin pada fasad serta penggunaan vegetasi sebagai *sun shading* alami guna meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan dalam bangunan.



Gambar 5. Orientasi Matahari

3.4 Orientasi Angin Pada Tapak

Arah angin pada tapak berasal dari berbagai arah, namun umumnya di Kota Makassar arah angin dominan berasal dari barat daya sampai barat. Oleh karena itu, penempatan bukaan dapat diletakkan sejajar dengan arah angin dominan untuk memaksimalkan ventilasi silang, penggunaan vegetasi dapat dan juga penggunaan konsep smart building untuk memaksimalkan penghawaan dalam bangunan guna memberikan rasa nyaman pada pengguna bangunan serta efesiensi energi pada bangunan.

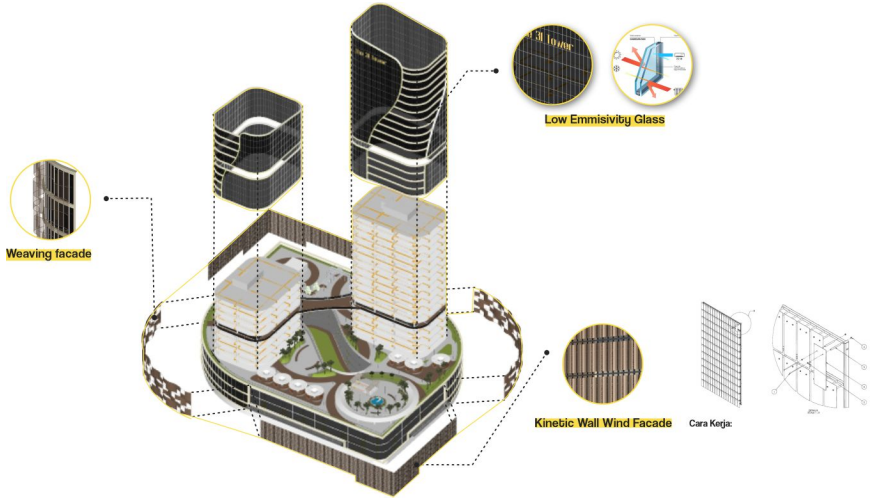


Gambar 6. Orientasi Angin

3.4 Penerapan Sistem *Smart Building* Pada Fasad *Mixed Use Building* di Kota Makassar

Penerapan sistem *smart building* pada fasad perancangan *mixed use building* di Kota Makassar diwujudkan melalui pemanfaatan *kinetic wall wind driven* yang berfungsi sebagai sistem fasad adaptif yang dapat merespon kondisi angin dan membantu meningkatkan penghawaan alami pada bangunan. Sistem fasad adaptif ini berpotensi menurunkan beban penghawaan ruang dengan mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan serta meningkatkan pergerakan udara alami di sekitar fasad. Selain itu, penggunaan *weaving facade* yang berfungsi sebagai elemen shading yang mampu mereduksi radiasi matahari langsung pada permukaan fasad. Penggunaan *low-e glass* pada fasad diterapkan untuk membatasi masuknya radiasi panas tanpa mengurangi pencahayaan alami ke ruangan. Fasad bangunan juga dilengkapi dengan *secondary skin* yang berfungsi sebagai lapisan pelindung tambahan baik untuk mereduksi panas dan silau.

Penggunaan elemen fasad adaptif ini dapat menurunkan konsumsi energi bangunan hingga sekitar 25-30 % terutama pada beban pendinginan dan pencahayaan bangunan (Alotaibi, 2015). Selain itu, penerapan *secondary skin* dengan sistem kinetik mampu mengurangi konsumsi energi bangunan sekitar 28% dibandingkan fasad konvensional karena kemampuannya mengontrol radiasi matahari dan ventilasi alami (Soltani & Atashi, 2023).

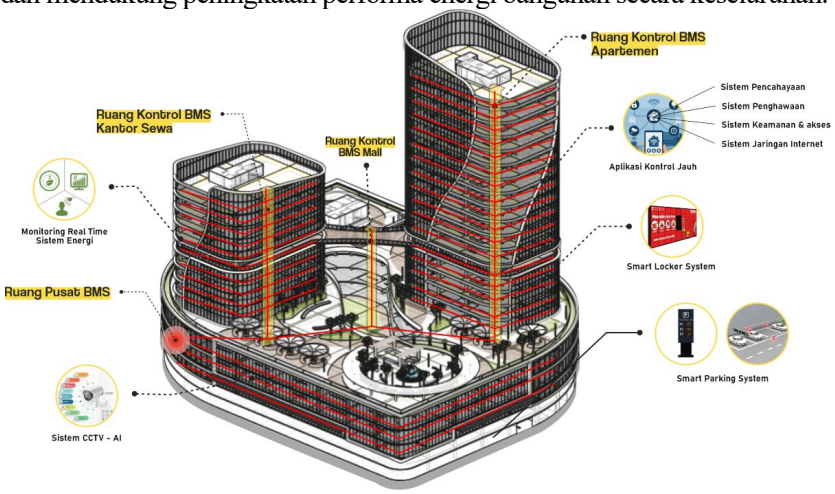


Gambar 4. Penerapan Secondary Skin Pada Fasad Bangunan

4.5 Penerapan Sistem Building Management System Pada Mixed Use Building di Kota Makassar

Penerapan teknologi sistem *smart building* terintegrasi dengan *building management system* (BMS) yang menghubungkan berbagai komponen bangunan seperti pencahayaan, penghawaan (HVAC), keamanan, serta utilitas melalui jaringan sensor dan perangkat kontrol digital. Melalui monitoring energi secara *real time* sehingga sistem mampu memantau konsumsi listrik dan mengoptimalkan operasional bangunan sehingga dapat mengurangi penggunaan energi sekitar 10- 25 % pada bangunan (International Energy Agency, 2022). Pengendalian sistem HVAC berbasis sensor dan otomatisasi dapat mengurangi beban energi pendinginan hingga 15-30% karena sistem bekerja menyesuaikan beban energi pendinginan hingga 15-30% dengan penyesuaian kondisi ruang dan tingkat hunian (Pérez-Lombard et al., 2008). Selain itu, penerapan *smart lighting system* yang memanfaatkan sensor dan pencahayaan alami dapat menghemat pencahayaan sekitar 30-40% (Brodrick, 2010).

Sistem ini juga terintegrasi dengan aplikasi kontrol jarak jauh yang memungkinkan pengelola bangunan memantau dan mengendalikan operasional secara fleksibel serta dengan sistem keamanan serta CCTV, kontrol akses, alarm darurat untuk meningkatkan keselamatan dan pengawasan bangunan secara terpusat (Wang, 2010). Dengan integrasi sistem tersebut, kinerja operasional bangunan menjadi lebih efisien, responsif, dan mendukung peningkatan performa energi bangunan secara keseluruhan.



Gambar 5. Integrasi Sistem *Building Management System* Pada Bangunan

4. Kesimpulan

Sistem *smart building* pada perancangan *mixed use building* di Kota Makassar merupakan respon terhadap permasalahan perkotaan yang muncul seiring meningkatnya aktivitas ekonomi, urbanisasi, dan keterbatasan lahan di kawasan strategis. Pendekatan ini memungkinkan integrasi fungsi hunian, perkantoran, dan komersial secara efisien melalui pengelolaan bangunan berbasis teknologi. Penerapan sistem terintegrasi mampu meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan pengguna, serta kinerja operasional bangunan, serta mengurangi dampak lingkungan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena tidak dilakukan simulasi energi digital sehingga evaluasi performa bangunan masih bersifat konseptual dan berbasis literatur. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan simulasi energi menggunakan perangkat lunak untuk mengetahui efisiensi energi dan efektvitias *smart building* secara kuantitatif. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengevaluasi potensi penerapan *smart building* pada *mixed use building* sekaligus memberikan dasar bagi pengembangan desain bangunan vertikal yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Referensi

Alotaibi, F. (2015). The Role of Kinetic Envelopes to Improve Energy Performance in Buildings. *Journal of Architectural Engineering Technology*, *04*(03), 1–5.

https://doi.org/10.4172/2168-9717.1000149

Badan Pusat Statistik Kota Makassar. (2024). *kota-makassar-dalam-angka-2024* (Badan Pusat Statistik Kota Makassar (ed.)). Badan Pusat Statistik Kota Makassar.

Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan. (2024). Pertumbuhan Ekonomi Sulawesi Selatan Triwulan II-2022. *Badan Pusat Statistik*, *28*.

Brodrick, J. R. (2010). Energy Savings Potential of Solid-State Lighting in General Illumination Applications 2010 to 2030. *Energy*, *February*, 1–54.

Castaño-Rosa, R., Pelsmakers, S., Wang, J., & Cao, S.-J. (2024). Building Management Systems in residential buildings: their role in energy and indoor climate resilience PEER-REVIEWED ARTICLE • RESILIENCE TONI KOTNIK. *Architectural Research in Finland*, *8*(1), 41–62.

Danyal Khan, M., Nawaz, H., Jawad Khan, M., Turk, O., Ali, N., Ahmed Soomro, A., Ahmad, B., & Khairpur Mirs, D. (2025). IoT-Based Smart Building Management: A Dual Approach To Automation And Safety With Real-Time Monitoring And Alerts. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, *3*, 597–611. https://doi.org/10.5281/zenodo.15253910

English Partnerships & The Housing Corporation. (2000). *Urban Design Compendium*.

Handri, H., Taqiuddin, Z., & Huda, K. (2021). Bangunan Pintar dan Penerapannya di Indonesia Smart Buildings and Its Application in Indonesia. *Jurnal Arsitektur Dan Perencanaan*, *10*(2), 44–45.

International Energy Agency. (2022). *Buildings*. https://www.iea.org/energy-system/buildings

International Energy Agency. (2025). *Buildings - Energy System*.

Jamika, F. I., Monica, F., Fitri, M. M., Syafardi, Z., Barlian, E., Dewata, I., Umar, I., & Syah, N. (2023). Pemukiman Vertikal Sebagai Upaya Mengatasi Kepadatan Penduduk di Indonesia. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, *4*(1), 9–17.

Kaur, P., & Sharma, V. (2025). *Smart Buildings and IoT Integration : Enhancing Energy Efficiency , Security , and Automation in the Built Environment*. *10*(1), 23–32.

Medtry, K. M. (2021). Kajian Pengembangan Kawasan Campuran (Mixed Use) Di Perkotaan. *Jurnal IPTEK*, *5*(1), 1–10. https://doi.org/10.31543/jii.v5i1.171

Nurani, D. (2008). *Pembauran Hunian Dengan Fungsi Lain Di Dalam*. 6–18.

Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, *40*(3), 394–398. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007

Rijal, S., & Tahir, T. (2022). *Analisis Faktor Pendorong Terjadinya Urbanisasi di Wilayah Perkotaan (Studi Kasus Wilayah Kota Makassar)*. *3*(1).

Schwanke, D., & Group, U. L. I. U. D.-U. C. E. (2003). Mixed-Use Development Handbook. In *ULI development handbook series TA - TT -* (2nd ed). ULI. https://doi.org/LK - https://worldcat.org/title/152428159

Setyawan, A. H. (2023). *Perancangan Mixed Use Building Dengan Pendekatan Arsitektur Bioklimatik di Kota Surabaya*.

Soltani, M., & Atashi, A. (2023). *Designing a Kinetic Façade Using BB-BC Algorithm with a Focus on Enhancing Building Energy Efficiency*. 1–14. http://arxiv.org/abs/2310.18650

Surprenant. (2006). Mixed-Use Urban Sustainable Development Through Public-Private Partnership. *Land Development East*.

Taboada-Orozco, A., Yetongnon, K., & Nicolle, C. (2024). Smart Buildings: A Comprehensive Systematic Literature Review on Data-Driven Building Management Systems. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *24*(13). https://doi.org/10.3390/s24134405

Umamit, F. S., Eisenring, D. D., Rahman, M., Sakti, H. H., & Fakhruddin, M. (2023). Implikasi Perubahan Pemanfaatan Ruang Terhadap Perubahan Sosial Ekonomi Di Kelurahan Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar. *Journal of Urban and Regional Plannong of Tadulako*, *2*, 1–10.

Upadhyay, L., chani, A. S., Khan, B. R., & Bhatt, D. K. (2024). Smart Building Technologies: A Review of Building Management Systems for Enhanced Efficiency and Sustainability.

African Journal of Biomedical Research, *27*(4S). https://doi.org/10.53555/ajbr.v27i4s.7612

Wang, S. (2010). *Intelligent Buildings and Building Automation*.

Yosita, L. (2022). *Faktor-Faktor Preferensi Hunian Vertikal untuk Kaum Dewasa Muda : Studi Kasus di Kota Bandung*. *5*(1954), 209–218.