

## IMPLEMENTASI PRINSIP BANGUNAN PINTAR PADA BANGUNAN KOMERSIAL DI KOTA MANADO (STUDI KASUS: PUSAT PERBELANJAAN MALL)

Steven Lintong<sup>1,\*</sup>, Johansen Cruyff Mandey<sup>2</sup>, Surijadi Supardjo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

\*stevenlintong@unsrat.ac.id

Article Info: Received: 16 November 2025, Accepted: 29 November 2025, Published: 05 January 2025

### ABSTRACT.

*The city of Manado, one of Indonesia's cities with significant economic growth, faces significant challenges as urbanization increases and the need for efficient infrastructure grows. Rapid population growth and commercial activity are putting pressure on natural resources, land, and energy. In this context, the concept of smart buildings has emerged as an innovative solution that can help overcome these various problems. Smart buildings not only offer energy efficiency, but also increase user comfort and support environmental sustainability. The principle of smart buildings involves the integration of information and communication technology with building systems to create a responsive and adaptive environment. To that end, this study aims to explore the implementation of smart building principles in the context of commercial buildings in Manado City. According to Prof. Mohammed Ali Berawi, M.Eng.Sc., Ph.D, et al., in Nusantara's Smart Buildings Guideline (2023), smart buildings have six principles, namely automation, multifunctionality, adaptability, interactivity, inclusivity, and efficiency. Smart buildings are equipped with several components or features that enable better energy efficiency, security, and comfort. Each principle has components or features integrated into smart buildings that must meet functional requirements and specifications. The approach used in this study is descriptive qualitative, which aims to describe in detail the phenomenon of smart building implementation in the context of commercial buildings in Manado. Data was obtained through surveys of building occupants to measure their level of comfort and satisfaction, as well as in-depth interviews with architects, developers, and building managers. The results of the research conducted at Manado Town Square and Mega Mall Manado found that, in general and significantly, both objects have implemented the principles of Smart Buildings.*

*Keywords: Manado City, smart buildings, commercial buildings.*

### ABSTRAK.

Kota Manado, salah satu kota di Indonesia dengan pertumbuhan ekonomi yang signifikan, menghadapi tantangan signifikan seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan kebutuhan akan infrastruktur yang efisien. Pertumbuhan populasi dan aktivitas komersial yang pesat menyebabkan tekanan pada sumber daya alam, lahan, dan energi. Dalam konteks ini, konsep bangunan pintar (smart building) muncul sebagai solusi inovatif yang dapat membantu mengatasi berbagai masalah tersebut. Bangunan pintar tidak hanya menawarkan efisiensi energi, tetapi juga meningkatkan kenyamanan pengguna dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Prinsip bangunan pintar melibatkan integrasi teknologi informasi dan komunikasi dengan sistem bangunan untuk menciptakan lingkungan yang responsif dan adaptif. Untuk itu, penelitian ini bertujuan melakukan eksplorasi terhadap implementasi prinsip-prinsip bangunan pintar dalam konteks bangunan komersial di Kota Manado. Menurut Prof. Mohammed Ali Berawi, M.Eng.Sc., Ph.D, dkk, dalam *Nusantara's Smart Buildings Guideline* (2023) menyatakan bangunan pintar memiliki 6 prinsip, yaitu otomatisasi, multifungsi, adaptabilitas, interaktivitas, inklusivitas, dan efisiensi. Bangunan pintar dilengkapi beberapa komponen yang memungkinkan efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan yang lebih baik. Setiap prinsip memiliki komponen atau fitur yang terintegrasi pada bangunan pintar yang harus memenuhi persyaratan dan spesifikasi fungsional. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan secara rinci fenomena penerapan bangunan pintar dalam konteks bangunan komersial di Manado. Data diperoleh melalui survei terhadap penghuni bangunan untuk mengukur tingkat kenyamanan dan kepuasan mereka, serta wawancara mendalam dengan arsitek, pengembang, dan pengelola bangunan. Hasil penelitian yang

dilakukan pada Manado Town Square dan Mega Mall Manado ditemukan bahwa secara umum dan signifikan ke dua objek telah mengimplementasikan prinsip Bangunan Pintar.

**Kata Kunci:** Kota Manado, bangunan pintar, bangunan komersial.

## PENDAHULUAN

Menurut data International Energy Agency (IEA) tahun 2021, operasi bangunan menyumbang 30% konsumsi energi global dan 27% total emisi sektor energi, menyebabkan sektor bangunan memiliki peran penting dalam menanggapi keadaan darurat iklim. Indonesia sendiri menghadapi tantangan signifikan seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan kebutuhan akan infrastruktur yang efisien (Pasaribu, F., dkk (2023). Pertumbuhan populasi dan aktivitas komersial yang pesat menyebabkan tekanan pada sumber daya alam, lahan, dan energi.

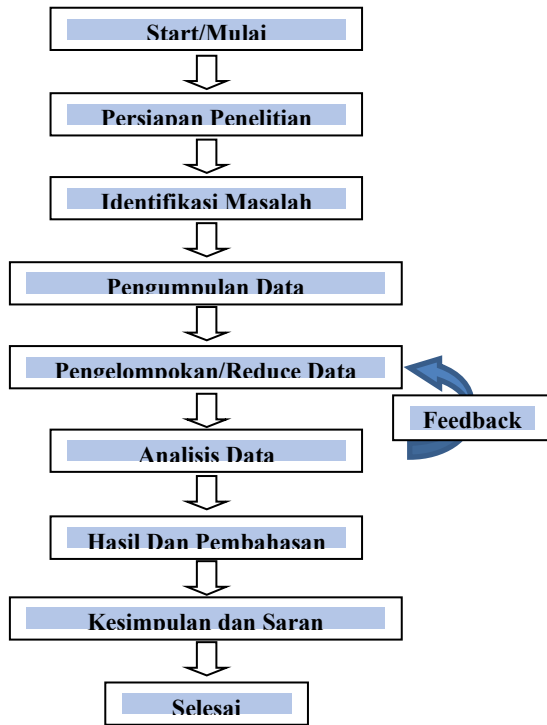
Dalam konteks tersebut diatas, maka konsep bangunan pintar (smart building) muncul sebagai solusi inovatif yang dapat membantu mengatasi berbagai masalah tersebut. Bangunan pintar adalah bangunan yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk mengotomatiskan proses pemanasan, ventilasi, pendinginan, keamanan, manajemen air dan energi, kesehatan pengguna, sehingga membantu mencapai efisiensi energi (Agarwal, P., Alam, M., & Ahmed, J. (2022)). Bangunan pintar tidak hanya menawarkan efisiensi energi, tetapi juga meningkatkan kenyamanan pengguna dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Prinsip bangunan pintar melibatkan integrasi teknologi informasi dan komunikasi dengan sistem bangunan untuk menciptakan lingkungan yang responsif dan adaptif. Dengan memanfaatkan sistem otomatisasi, sensor cerdas, dan sumber energi terbarukan, bangunan pintar dapat mengoptimalkan konsumsi energi, mengurangi emisi karbon, serta meningkatkan kualitas hidup penghuninya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi implementasi prinsip-prinsip bangunan pintar dalam konteks bangunan komersial di Kota Manado. Menurut Albert & Wong (1999) dalam Omar, O. (2018), *smart building* terdiri atas tujuh *Quality Environment Modules (QEM)* antara lain : a). *Intelligent Skins* b). *Building Automation System (BAS)* c). *Building Management System (BMS)* d). *Sensors* e). *Smart Materials* f). *Passive Design* dan g). *Renewable Resouce*. Dalam buku *Bangunan Pintar* karya Prof. Jeffrey Kindangen (2019), yang membahas berbagai konsep dasar dan prinsip dasar dalam penerapan teknologi

bangunan pintar. Prof. Kindangen mengemukakan bahwa bangunan pintar tidak hanya berfokus pada otomatisasi sistem seperti pencahayaan, ventilasi, dan pengendalian suhu, tetapi juga harus memperhatikan aspek keberlanjutan dan pengelolaan sumber daya alam secara efisien. Dalam bukunya, Kindangen menjelaskan bahwa teknologi bangunan pintar harus mampu mengintegrasikan berbagai sistem untuk menciptakan kenyamanan bagi penghuni sambil mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti konsumsi energi yang berlebihan dan jejak karbon yang tinggi. Teori ini sangat relevan untuk diterapkan pada bangunan komersial di Manado, yang sedang berkembang dan membutuhkan solusi desain yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan meningkatkan kenyamanan penghuninya. Kota Manado sudah dikenal juga dengan ragam bentuk dan fungsi bangunan, terutama bangunan komersial (Manadokota.bps.go.id. Manado dalam Angka Tahun 2023). Salah satu Kawasan yang strategis dan dikembangkan adalah Kawasan Boulevard jalan Piere Tendean yang dicanangkan Pemerintah sebagai Kawasan bisnis yang dikenal dengan Kawasan Busines on Boulevard (BoB). Terdapat beberapa pusat perbelanjaan Mall dikawasan ini antara lain Boulevard Mall, Manado Town Square (Mantos), Mega Trade Center (MTC), Mega Mall dan IT Center dan lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi prinsip bangunan pintar pada bangunan komersial di Kota Manado dengan studi kasus pusat perbelanjaan Mall. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah gambaran menyeluruh tentang penerapan prinsip bangunan pintar di kota Manado, serta dampaknya terhadap penghematan energi, kenyamanan penghuni, dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi bagi pengembang dan arsitek dalam merancang bangunan komersial yang lebih efisien, inovatif, dan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mendorong penerapan teknologi bangunan pintar yang lebih luas di Indonesia, khususnya di daerah-daerah yang sedang berkembang seperti kota Manado.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di kota Manado yaitu pada beberapa bangunan dengan fungsi pusat perbelanjaan mall yang ada di Jalan Piere Tendeau yaitu Manado Town Square dan Mega Mall. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan analisis deskriptif. Adapun alir proses penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



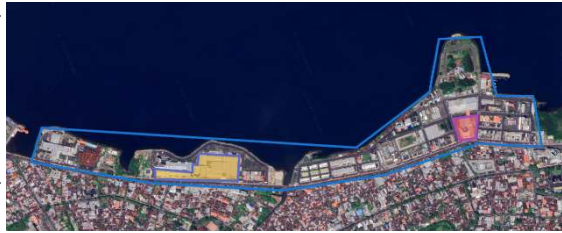

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Yang menjadi variable, indicator dan parameter dalam penelitian ini adalah seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variable, Indikator, Parameter dan Referensi Penelitian

Variabel	Indikator	Parameter	Ref.
Otomatisasi	Sistem Manajemen Gedung	Integrasi Sistem Manajemen Bangunan, HVAC System, Sistem Pencahayaan	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)

Kontrol Otomatis	Kontrol Ruang dan Data Center	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Keamanan Terintegrasi	Akses kontrol, CCTV, alarm kebakaran, integrasi lift, Emergeni tombol.	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Multifungsi	Fleksibilitas Ruang	Partisi modular, rasio ruang adaptif > 30%	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)
Integrasi Sistem	Platform tunggal, sensor multiguna (suhu/kelembaban/okupansi/cahaya)	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Infrastruktur Adaptif	Pengkabelan terstruktur, Wi-Fi, fasilitas Bersama, Mobilitas Sistem	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Adaptabilitas	Kecerdasan Sistem	Machine learning untuk optimalisasi, analitik prediktif	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)
Skalabilitas	Arsitektur cloud, protokol terbuka, modular	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Responsivitas	Adaptasi cuaca/pola pengguna, benchmarking kinerja real-time, System pencahayaan	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Interaktivitas	Sistem Komunikasi	Intercom Sistem, Audio Visual & Digital Signage	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)
	Konektivitas IoT	Komunikasi M2M, integrasi perangkat pintar, protokol	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)

		standar		nship/BREEAM)
	Umpan Balik Real-time	Sistem keluhan digital, dashboard visual, papan informasi interaktif	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	Sampel yang diambil adalah gedung Pusat Perbelanjaan Mall di Manado yaitu Manado Town Square dan Mega Mall (gambar 2).
Inklusivitas	Aksesibilitas Fisik	Ramp, lift braille, pintu otomatis, ubin taktil, toilet aksesibel	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
	Aksesibilitas Digital	Screen reader, kontrol suara, UI multibahasa	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
	Desain Universal	Ergonomi, teknologi bantu (hearing loop, alarm visual)	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	<p><b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b></p> <p>Lokasi penelitian terletak di kota Manado di koridor jalan Pierre Tendeau. Objek penelitian yang diambil adalah bangunan dengan fungsi komersial yaitu pusat perbelanjaan mall. Pusat perbelanjaan mall yang dijadikan sampel pada lokasi penelitian adalah Manado Town Square dan Mega Mall.</p>
	Fasilitas Inklusif	Ruang ibadah, laktasi, toilet netral gender, area tenang	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
Efisiensi	Energi	EUI < 120 kWh/m <sup>2</sup> /tahun, LED > 100 lm/W, HVAC COP > 3.0, solar ≥ 10%	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
	Air	Konsumsi < 30 L/m <sup>2</sup> /hari, rainwater harvesting, greywater recycling	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	
	Thermal	OTTV < 35 W/m <sup>2</sup> , insulasi optimal, glazing Low-E	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	<p><b>Implementasi Prinsip Bangunan Pintar Pada Manado Town Square dan Mega Mall Manado</b></p>
	Operasional	Smart metering, pemeliharaan prediktif, pengurangan emisi 30%, biaya operasional - 20%	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	<p><b>Otomatisasi</b></p> <p>Sistem Manajemen Gedung pada bangunan Manado Town Square dan Mega Mall menggunakan system terpusat dimana keseluruhan system terintegrasi. Ke – 2 pusat perbelanjaan ini menggunakan kontrol otomatis berupa sensor okupansi antara lain pada pintu masuk utama, bagian depan</p>
	Sertifikasi	Rating hijau minimal Gold (LEED/Gree	Prof. M. A. Berawi, dkk, (2023)	

Gambar 2. Lokasi Pusat Perbelanjaan Mall di Jalan Pierre Tendeau Manado (Sumber : Google Earth)

Gambar 3. Peta Administrasi Kota Manado dan Lokasi serta Objek Penelitian  
Sumber: Google

pada bangunan Manado Town Square (khusus Manado Town Square 2 juga pada pintu bagian belakang) dan pintu bagian depan, samping dan belakang pada bangunan Mega Mall (gambar 4 dan 5).



Gambar 4. Sensor Otomatis Pada Pintu Masuk Manado Town Square (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)



Gambar 5. Sensor Otomatis Pada Pintu Masuk Depan dan Samping Mega Mall Manado (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Untuk sistem HVAC pada kedua mall sama-sama menggunakan AC sentral (gambar 6 dan 7), tidak ada system pemanas dan untuk ventilasi udara menggunakan system ducting.



Gambar 6. Sistem AC Sentral pada Gedung Manado Town Square; Sumber: Dokumentasi Peneliti 2025



Gambar 7. Sistem AC Sentral pada Gedung Mega Mall; Sumber: Dokumentasi Peneliti 2025

Sistem pencahayaan buatan pada kedua Mall tersebut dirancang untuk padam menggunakan setelan waktu, dimana akan mulai padam secara otomatis saat pukul 22.00 Wita dengan system parsial perlokasi.



Gambar 8. Sistem Pencahayaan di Manado Town Square Sumber: Peneliti 2025

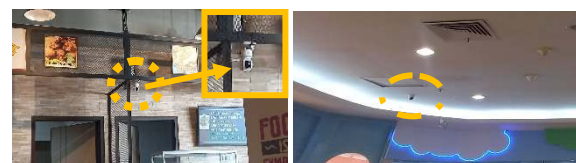


Gambar 9. Pencahayaan Buatan di Gedung Mega Mall Sumber: Peneliti 2025

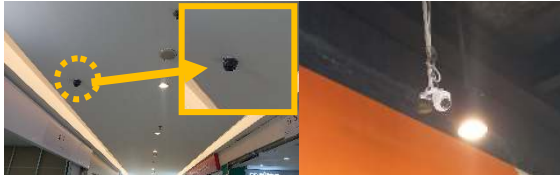
Untuk system keamanan pada Mega Mall dan Mantos telah menggunakan sistem keamanan terintegrasi. Akses kontrol keluar masuk pelanggan menggunakan system detector seperti pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Sistem detector pada pintu masuk keluar tenant Mantos dan Mega Mall; Sumber: Peneliti 2025  
Penggunaan CCTV pada bagian-bagian penting seperti pintu masuk, koridor-koridor utama, atrium dan bagian-bagian vital lain yaitu pada ruang-ruang parsial seperti foodcourt, ATM Center termasuk pada tenant - tenant.



Gambar 11. CCTV pada sebagian Gedung Manado Town Square Sumber : Peneliti 2025



Gambar 12. CCTV di Gedung Mega Mall  
Sumber : Peneliti 2025

Sumber: Peneliti 2025

Terdapat beberapa komponen infrastruktur adaptif dengan system perkabelan terstruktur, adanya wifi pada beberapa lokasi seperti tenant tempat makan. Selain itu pada ke-2 mall terdapat fasilitas bersama antara lain foodcourt dan tempat bermain.

Urinoir pada WC pria dan Wanita di Mega Mall menggunakan sensor otomatis (gambar 13), termasuk wastafel dengan kran sensor dan pengeringnya juga menggunakan sensor, sedangkan di Manado Town Square masih tekan manual pada kran.

### Adaptabilitas

Kecerdasan sistem berupa komponen *machine learning* untuk optimalisasi berupa sensors dan smart kontrol sistem pengudaraan untuk mengetahui kualitas udara. Analitik prediktif belum ada pada kedua mall. Untuk skalabilitas disesuaikan dengan kebutuhan ruang tenant. Responsivitas berupa adaptasi cuaca/pola pengguna, benchmarking kinerja real-time belum terimplementasi pada bangunan.



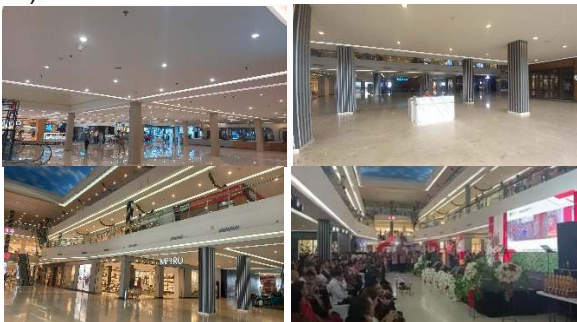
Gambar 13. Urinoir, wastafel dan pengering sensor otomatis menggunakan sensor di Mega Mall  
Sumber: Peneliti 2025

### Interaktivitas

Sistem interaktif berupa sistem komunikasi, seperti intercom sistem, audio visual dan *digital signage* telah diimplementasikan pada ke-2 Mall (Gambar 16 dan 17). Konektivitas IoT berupa komunikasi M2M, integrasi perangkat pintar, bahkan protokol standar belum tersedia pada ke dua mall.

### Multifungsi

Fleksibilitas ruangan pada Manado Town Square dan Mega mall ada pada atrium. Dimana atrium dapat berfungsi sebagai ruang pameran atau ruang penjualan dengan sistem partisi modular yang diatur. Ruang adaptif melebihi 30 % dari total ruangan fleksibel yang ada (gambar 14 dan 15).



Gambar 14. Beberapa Ruang Fleksibel di Manado Town Square  
Sumber: Peneliti 2025



Gambar 15. Atrium Mega Mall sebagai salah satu ruang fleksibel



Gambar 16. Sistem Komunikasi berupa Intercom dan Audio di Manado Towns Square  
Sumber: Doc. Peneliti, 2025



Gambar 17. Sistem Komunikasi berupa Intercom dan Audio di Mega Mall  
Sumber: Peneliti, 2025

Sementara pada ke dua mall tersebut untuk umpan balik real-time berupa sistem keluhan digital belum ada. Yang ada adalah *dashboard visual* dan papan informasi interaktif berupa perangkat LED (Gambar 18 dan 19).



Gambar 18. Dashboard visual dan papan informasi interaktif berupa perangkat LED di Manado Town Square. Sumber: Peneliti 2025



Gambar 19. Dashboard visual dan papan informasi interaktif berupa perangkat LED di Mega Mall;  
Sumber: Peneliti 2025

### Inklusivitas

Aksesibilitas fisik pada Manado Town Square tersedia dalam bentuk ramp berjalan (Gambar 20), sedangkan Mega Mall tidak tersedia.



Gambar 20. Ramp Berjalan di Manado Town Square.  
Sumber: Peneliti, 2025

Pada ke - 2 mall sudah tersedia lift untuk transportasi vertikal. Sistem transportasi lain ada ke-2 mall Adalah escalator yang diletakan strategis untuk memusahkan akses pengguna (gambar 21). Akses fisik lain berupa pintu otomatis dan toilet aksesibel (gambar 22 dan 23).



Gambar 21. Lift pengunjung di Manado Towns Square dan Mega Mall  
Sumber: Peneliti 2025



Gambar 22. Akses fisik lain berupa pintu otomatis di Mantos dan Mega Mall  
Sumber: Peneliti 2025



Gambar 23. Akses fisik lain berupa toilet aksesibel yang ada di Mega Mall  
Sumber: Penulis 2025

Sementara aksesibilitas digital berupa *screen reader*, kontrol suara, UI multibahasa belum tersedia. Begitu juga desain universal

seperti ergonomi, teknologi bantu (*hearing loop* dan alarm visual) juga belum tersedia. Fasilitas inklusif tersedia berupa ruang ibadah (khusus muslim), toilet netral gender dan area tenang.

## Efisiensi

Standar untuk efisiensi energi menurut standar EUI Adalah  $< 120 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ , LED  $> 100 \text{ lm/W}$ , HVAC COP  $> 3.0$ , solar  $\geq 10\%$ . Hal ini terus diupayakan oleh ke-2 mall ini. Untuk standar efisiensi air konsumsi  $< 30 \text{ L/m}^2/\text{hari}$ , *rainwater harvesting* dan *greywater recycling* telah dikelola dengan baik oleh ke-2 mall. Sementara untuk standar kenyamanan Thermal OTTV  $< 35 \text{ W/m}^2$ , insulasi optimal dan glazing Low-E terus diupayakan. Operasional berupa *smart metering*, pemeliharaan prediktif, pengurangan emisi 30%, biaya operasional -20% jelas diimplementasikan pada ke dua bangunan tersebut. Sedangkan untuk sertifikasi, baru Manado Town Square yang telah mengikuti standar sertifikasi bangunan Gedung.

## KESIMPULAN

Prinsip bangunan pintar secara umum telah terimplementasi pada bangunan komersial pusat perbelanjaan mall di Manado, khususnya Manado Town Square dan Mega Mall, meskipun masih ada komponen yang belum terimplementasi secara maksimal. Dari ke – 6 prinsip bangunan pintar ada beberapa komponen prinsip yang masih kurang bahkan belum terimplementasi seperti komponen pada prinsip adaptibilitas. Itu berarti perlu adanya upaya spesifik dalam hal ini oleh owner untuk mengimplementasikan prinsip adaptibilitas tersebut sehingga bangunan pintar pada pusat perbelanjaan mall khususnya Manado Town Square dan Mega Mall dapat terimplementasi secara utuh..

## DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, P., Alam, M., & Ahmed, J. (2022). Review of Smart Building Management

System. *ICT Systems and Sustainability*.

[https://doi.org/10.1007/978-981-16-5987-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-16-5987-4_18).

Berawi M. A. Prof, dkk. IKN (2023). Nusantara's Smart Buildings Guideline

Buckman, A. H., Mayfield, M., & Beck, S. B. M. (2014). What is a Smart Building? *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(2), 92-109.

Ejidike, C. C., Mewomo, M. C., Olawumi, T. O., & Esangbedo, O. P. (2024). A review of the benefits of automation and robotic application in building construction. *Computing in Civil Engineering 2023*, 796-803.

International Energy Agency. (2021). Buildings: A source of enormous untapped efficiency potential. <https://www.iea.org/topics/buildings>

Kai, W. (2011). Design of Commercial Buildings. *The Guide of Science & Education*.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. John Wiley & Sons.

Kindangen, J. (2018). *Bangunan Pintar: Desain, Teknologi, dan Manajemen Sistem*. Penerbit Universitas Sam Ratulangi.

Lexy J. Moleong. (2007). Metodologi Penelitian Kualitatif.. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Manadokota.bps.go.id. Manado dalam Angka Tahun 2023

Omar, O., 2018. Intelligent Building, Definitions, Factors and Evaluation Criteria of Selection. Alexandria Engineering Journal

Pasaribu, F., Cahyadi, C., Mujiono, R., & Suwarno, S. (2023). Analysis of the Effect of Economic, Population, and Energy Growth, as well as the Influence on Sustainable Energy Development in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13859>

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan

- Perumahan Rakyat Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.
- Salehzadeh, G. (2024). *ARCHITECTURAL PLANNING CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL BUILDINGS (on the example of Baku)*. *New Design Ideas*. <https://doi.org/10.62476/ndi82448>.
- Wong, J. K., Li, H., & Wang, S. W. (2005). Intelligent building research: a review. *Automation in construction*, 14(1), 143-159
- Wong, J. K. W., & Fan, Q. (2013). Building Information Modelling (BIM) for Sustainable Building Design. *Facilities*, 31(3/4), 138-157. <http://dx.doi.org/10.1108/02632771311299412>
- Wungow, T. (2011). Metafora dalam Arsitektur